



DEUTSCHES
PATENTAMT

Offenlegungsschrift
DE 3243444 A1

- 21 Aktenzeichen: P 32 43 444.8
22 Anmeldetag: 24. 11. 82
43 Offenlegungstag: 21. 4. 88

51 Int. Cl. 4:
H 04 N 17/00
H 04 N 5/21
H 04 N 5/262
G 01 S 11/00
G 06 K 9/36
G 09 G 1/24

DE 3243444 A1

30 Unionspriorität: 32 33 31
27.11.81 FR 81 22272

71 Anmelder:
Thomson-CSF, Paris, FR

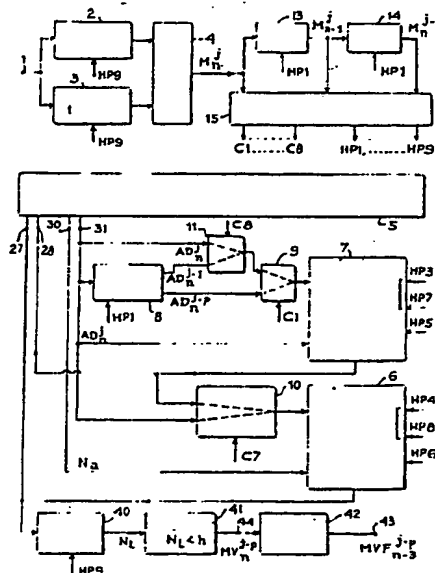
74 Vertreter:
Prinz, E., Dipl.-Ing.; Leiser, G., Dipl.-Ing.;
Schwepfinger, K., Dipl.-Ing.; Bunke, H., Dipl.-Chem.
Dr.rer.nat.; Degwert, H., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte,
8000 München

72 Erfinder:
Richard, Christian, Rennes, FR

54 Rekursives Verfahren zur Kennzeichnung von isotropen Zonen in einem Videobild sowie Bewegungsdetektor und Rauschdetektor für Bildsequenzen

Durch das Verfahren können in einem Fernsehbild Zonen definiert werden, in denen Punkte dieses Bildes gruppiert sind, die dieselbe Eigenschaft aufweisen, z. B. in Bewegung sind. Jede Zone ist durch eine Nummer und einen Zustandsvektor definiert, dessen Komponenten die charakteristischen Werte der Zone sind. Eine dieser Komponenten ist die Anzahl von Punkten, die in der Zone enthalten sind. Die Zuordnung eines Punktes zu einer Zone erfolgt in Abhängigkeit von den Zonennummern des ihm in derselben Zeile vorausgehenden Nachbarpunktes und des Nachbarpunktes in der vorausgehenden Zeile.

Die Vorrichtung ordnet jedem bewegten Punkt eine Zonennummer zu. Diejenigen Punkte, deren Bewegung auf Rauschen beruht, werden dadurch erkannt, daß sie zu Zonen sehr geringer Größe gehören. Die Vorrichtung umfaßt im wesentlichen einen Adressengenerator (5), einen Zustandsspeicher (6) und einen Adressenspeicher (7). Die Erfindung ist auf die Bildverarbeitung anwendbar.



1. Rekursives Verfahren zur Kennzeichnung von isotropen Zonen eines Videobildes, wobei eine isotrope Zone durch einander zugehörige Punkte gebildet ist, die eine gemeinsame Eigenschaft p aufweisen, dadurch gekennzeichnet, daß es insbesondere aus den folgenden Schritten besteht:

- Nacheinander wird für jeden Bildpunkt ein Nummernwert bestimmt, der eine Zone bezeichnet, welcher dieser Punkt zugeordnet wird, wobei dieser Wert in Abhängigkeit von den Eigenschaften und den Werten Z und Z' der Nummern derjenigen Zonen bestimmt wird, zu denen im Zeitpunkt, wo der laufende Punkt einer Zone zugeordnet wird, der Nachbarpunkt des laufenden Punktes, welcher ihm in derselben Zeile vorausgeht, und der Nachbarpunkt, welcher dem laufenden Punkt in der vorausgehenden Zeile entspricht, gehören;
- jede Zone wird durch einen Zustandsvektor gekennzeichnet, dessen Komponentenwerte von den dieser Zone zugeordneten Punkten abhängen;
- der Nummernwert und die Werte der Zustandsvektorkomponenten der Zonen werden im Verlaufe der Punktezuordnung aktualisiert, insbesondere um Verschmelzungen von einander zugehörigen Zonen zu berücksichtigen, die durchgeführt werden können, wenn ein Punkt gleichzeitig zwei Zonen zugehörig ist und dieselbe Eigenschaft wie die Punkte dieser beiden Zonen aufweist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es ferner die folgenden Schritte enthält:

- Die Werte der Komponenten des Zustandsvektors jeder Zone werden in einem sogenannten Zustandsspeicher gespeichert, dessen Adressen die Zonennummernwerte bilden;
- die Zonennummernwerte werden in einem sogenannten Adressenspeicher gespeichert, der einen aktualisierten Wert jedem Zonennummernwert, der einem Punkt zugeordnet wurde, zu jedem Zeitpunkt entsprechen läßt, der auf denjenigen Zeitpunkt folgt, wo dieser Punkt einer Zone zugeordnet wurde, um Kenntnis der Werte Z und Z' zu erhalten, indem die erfolgten Verschmelzungen berücksichtigt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine der Komponenten des Zustandsvektors einer Zone durch die Anzahl von Punkten, die dieser Zone zugewiesen sind, gebildet ist, und daß die folgenden Schritte durchgeführt werden:

- Die Anzahl von Punkten einer Zone erhält den Wert 1, wenn der erste Punkt dieser Zone zugeordnet wird;
- die Anzahl von Punkten einer Zone wird um 1 erhöht, wenn ein weiterer Punkt dieser Zone zugeordnet wird;
- eine Zone erhält den Wert $N + N' + 1$, wenn sie aus der Verschmelzung von zwei Zonen resultiert, deren Punktzahl N bzw. N' beträgt und die dem laufenden Punkt zugehörig sind, wobei der laufende Punkt der Zone zugewiesen wird, die sich aus der Verschmelzung ergibt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Zonennummernwert, der einem Punkt zugeordnet wird, folgender Zonennummernwert ist:

- Der einer neuen Zone, wenn die beiden Nachbarpunkte nicht die Eigenschaft P aufweisen;
- derjenige der Zone des Nachbarpunktes, der die Eigenschaft P aufweist, wenn nur ein Nachbarpunkt mit der Eigenschaft P vorhanden ist;
- derjenige der Zone, zu der die beiden Nachbarpunkte gehören, wenn diese beide die Eigenschaft P aufweisen und aktualisierte Werte Z und Z' aufweisen, die für ihre Zonennummer identisch sind;
- derjenige der Zone der beiden Nachbarpunkte, wenn diese beide die Eigenschaft P und verschiedene aktualisierte Werte Z und Z' für ihre Zonennummer aufweisen.

5. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß im letztgenannten Falle der Wert Z bzw. Z' der Zonennummer, welcher dem laufenden Punkt zugeordnet wird, auch den aktualisierten Wert der Zonennummer aller Punkte der beiden Zonen bildet, wobei diese beiden Zonen in eine einzige verschmolzen sind.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der aktualisierte Wert der Zonennummer aller Punkte der Zone, die aus der Verschmelzung von zwei Zonen resultiert, durch den Wert Z der Zonennummer des Nachbarpunktes gebildet ist, welcher dem laufenden Punkt in derselben Zeile vorausgeht.

7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der aktualisierte Wert der Zonennummer aller Punkte der Zone, die aus der Verschmelzung der beiden Zonen resultiert, durch den Wert Z' der Zonennummer des Nachbarpunktes in der vorausgehenden Zeile gebildet ist, wenn der Wert Z der Zonennummer des Nachbarpunktes in derselben Zeile niemals einer Zone gegeben wurde, die aus der Verschmelzung von zwei Zonen resultiert und im entgegengesetzten Falle durch den Wert Z der Zonennummer des Nachbarpunktes in derselben Zeile gebildet ist.

8. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß, wenn ein laufender Punkt die Eigenschaft P aufweist und seine beiden Nachbarpunkte die Eigenschaft P aufweisen und verschiedene Zonennummernwerte aufweisen ($Z \neq Z'$), der dem laufenden Punkt zugeordnete Zonennummernwert der folgende ist:

- Der Wert Z' der Zonennummer des Nachbarpunktes in der vorausgehenden Zeile, welcher fernab den Zonennummernwert bildet, der aus der Verschmelzung der zwei Zonen resultiert, wenn der Wert Z der Nummer der Zone des Nachbarpunktes in derselben Zeile nicht zuvor einer Zone zugewiesen wurde, die aus der Verschmelzung von zwei Zonen resultiert;
- der Wert Z der Zonennummer des Nachbarpunktes in derselben Zeile, wenn die vorgenannte Bedingung nicht erfüllt ist, wobei der Wert Z ferner den Zonennummernwert der Zone bildet, die aus der Verschmelzung der zwei Zonen entstanden ist, wenn diese Verschmelzung stattgefunden hat, und wobei diese Verschmelzung nur durchgeführt wird, wenn der Wert Z' der Zonennummer des Nachbarpunktes in der vorausgehenden Zeile nicht ebenfalls zuvor einer Zone zugewiesen wurde, die aus der Verschmelzung von zwei Zonen resultiert.

9. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Wert Z_j einer Zonennummer nur einmal aktualisiert wird, indem an der Adresse, die diesem Wert Z_j entspricht, in dem Adressenspeicher der Wert der Zonennummer eingeschrieben wird, welcher aus der ersten Verschmelzung von zwei Zonen resultiert, die die Punkte enthalten, denen der Wert Z_j als Zonennummer zugeordnet wurde.

10. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Wert Z_j einer Zonennummer zum einen aktualisiert wird, indem ein Wert Z_r an der Adresse Z_j eingeschrieben wird, wenn die Zone der Nummer Z_j mit einer anderen Zone verschmilzt, um eine resultierende Zone der Nummer Z_r zu ergeben, und zum anderen aktualisiert wird, bevor es dazu dient, die Zonennummer des laufenden Punktes zu bestimmen, indem der Wert Z_r an allen Adressen des Adressenspeichers eingeschrieben wird, die Zonen entsprechen, welche in der Zone mit der Nummer Z_r infolge einer Verschmelzung oder mehrerer in Kaskade aufeinanderfolgender Verschmelzungen verschmolzen sind.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß ein Wert Z_j einer Zonennummer aktualisiert wird, bevor er zur Bestimmung des Wertes der Zonennummer des laufenden Punktes verwendet wird, und zwar in $q + 1$ Stufen und indem q Hilfsspeicher verwendet werden, die dem Adressenspeicher gleichen, wobei q eine ganze, feste Zahl ist, die größer ist als 1, indem ein Wert Z_{k+1} ausgelesen wird, der an der Adresse Z_k eines k -ten Hilfsspeichers für $k = j$ bis $j + q$ enthalten ist, indem dann ein Wert Z_{j+q+1} an der Adresse des Wertes Z_{j+q} des Adressenspeichers ausgelesen wird und indem dann der Wert Z_{j+q+1} an der Adresse des Wertes Z_j in jeden der q Hilfsspeicher sowie in den Adressenspeicher eingeschrieben wird.

12. Bewegungs- und Rauschdetektorvorrichtung für eine Bildsequenz, unter Anwendung des Verfahrens nach den Ansprüchen 6 und 9, gekennzeichnet durch:

- Erste Mittel zur Detektion der Bildpunkte, die als bewegt bezeichnet werden und deren Helligkeitswert sich gegenüber dem entsprechenden Punkt des vorausgehenden Bildes verändert hat, wobei diese ersten Mittel einen Ausgang aufweisen;

- zweite Mittel zur aufeinanderfolgenden Bestimmung eines Zonennummernwertes für jeden bewegten Punkt und zur Aktualisierung der Zustandsvektorkomponenten der diese Nummer tragenden Zone, wobei diese zweiten Mittel einen ersten Eingang, einen zweiten und einen dritten Eingang, einen ersten, einen zweiten, einen dritten und einen vierten Ausgang aufweisen;

- einen Zustandsspeicher mit einem Adresseneingang, einem Dateneingang und einem Datenausgang, von denen der erste an den ersten Ausgang, der zweite an den zweiten Ausgang und der dritte an den ersten Eingang der zweiten Mittel angekoppelt ist;

- einen Adressenspeicher mit einem Adresseneingang, einem Dateneingang und einem Datenausgang, von denen ersterer mit dem dritten Ausgang, der zweite mit dem

- vierten Ausgang und der dritte mit dem zweiten Eingang der zweiten Mittel verbunden ist;

- eine Steuereinrichtung mit einem Eingang, der an den Ausgang der ersten Mittel angeschlossen ist, und einem Ausgang, der an den dritten Eingang der zweiten Mittel angeschlossen ist, um diese zu steuern in Abhängigkeit vom Zustand des laufenden Punktes, von dem Zustand des ihm in derselben Zeile vorausgehenden Nachbarpunktes und von dem Zustand des Nachbarpunktes in der vorausgehenden Zeile, wobei diese Zustände durch die ersten Mittel bestimmt werden;

- dritte Mittel zur Unterscheidung der Punkte, die eine tatsächliche Bewegung ausführen, von Punkten, deren Bewegung auf Rauschen bzw. Störsignalen beruht, anhand der Anzahl von Punkten der Zonen, zu denen sie gehören, mit einem ersten Eingang, der an den Datenausgang des Adressenspeichers angekoppelt ist, einem zweiten Eingang, der an den Datenausgang des Zustandsspeichers angekoppelt ist, einem ersten Ausgang, der an den Adresseneingang des Adressenspeichers angekoppelt ist, einem zweiten Ausgang, der an den Adresseneingang des Zustandsspeichers angekoppelt ist, und einem dritten Ausgang, der ein Logiksignal abgibt, wenn der laufende Punkt eine tatsächliche Bewegung ausführt.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß sie ferner eine Filtereinrichtung umfaßt, deren Eingang mit dem Ausgang der dritten Mittel verbunden ist, und einen Ausgang aufweist, der ein Signal abgibt, wenn der laufende Punkt eine tatsächliche Bewegung ausführt oder wenn er stillstehend und isoliert ist in einer Zone von Punkten, die eine tatsächliche Bewegung ausführen.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein rekursives Verfahren zur Kennzeichnung von isotropen Zonen in einem Videobild sowie einen Bewegungsdetektor und einen Rauschdetektor für Bildsequenzen.

Eine isotrope Zone in einem Videobild ist eine Gruppe von miteinander in Beziehung stehenden Punkten, die alle eine gegebene Eigenschaft aufweisen, nämlich: daß sie in Bewegung sind. Jede Zone kann durch eine Nummer und einen Zustandsvektor gekennzeichnet werden, der mehrere charakteristische Komponenten umfaßt, deren Art in Abhängigkeit von der an diesen Zonen anschließend vorzunehmenden Verarbeitung gewählt ist. Eine dieser Komponenten kann die Anzahl von Punkten sein, die in der betrachteten Zone enthalten ist. Der Wert der Vektorkomponenten des Zustandes jeder Zone wird im Verlaufe der Bildablenkung gemäß einem rekursiven Verfahren bestimmt, das für jeden abgetasteten Punkt angewendet wird.

Insbesondere befaßt sich also die Erfindung mit einem Verfahren zur Kennzeichnung von isotropen Zonen in einem digitalisierten Videobild in Realzeit, um in Realzeit digitale Verarbeitungen vorzunehmen, z. B. eine Bewegungsdetektion, eine Rauschunterdrückung, eine Erkennung bewegter Objekte, eine Abschätzung bzw. Beurteilung der Bewegung bestimmter Zonen usw.

Durch die Erfindung wird ferner ein Bewegungsdetektor und ein Rauschdetektor für Bildsequenzen geschaffen, bei denen dieses Kennzeichnungsverfahren angewendet wird.

In der folgenden Beschreibung wird als Beispiel von den Schwarz-Weiß-Fernsehbildpunkten ausgegangen, deren Eigenschaft es ist, daß sie bewegt sind. Die erfindungsgemäße Detektorvorrichtung ist ein Beispiel für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wenn diese Eigenschaft gegeben ist.

Im Stand der Technik gibt es bereits Verfahren zur Bildverarbeitung, die es gestatten, bewegte Punkte zu erfassen und diejenigen Punkte zu unterdrücken, deren Bewegung auf Rauschen bzw. Störungen beruht. Beim einfarbigen Fernsehen wird angenommen, daß ein Punkt bewegt ist, wenn seine Helligkeit sich von einem Bild zum nächsten verändert, z. B. infolge einer Verschiebung, einer Drehung oder einer Veränderung der Beleuchtung des durch das Bild dargestellten Objektes. Die Detektion des Bewegungszustandes eines Punktes wird herkömmlicherweise durch Vergleichen des Helligkeitswertes dieses laufenden Punktes mit derjenigen des entsprechenden Punktes des vorausgehenden Bildes durchgeführt.

Diejenigen Punkte, deren Bewegung auf Rauschen beruht, sind isoliert oder von einer geringen Anzahl anderer Punkte umgeben. Die herkömmlichen Verfahren zur Detektion von Punkten, deren Bewegung auf Rauschen beruht, bestehen darin, daß der Zustand von Punkten beobachtet wird, die in einem Fenster enthalten sind, welches auf den laufenden Punkt zentriert ist. Die Oberfläche dieses Fensters liegt fest, z. B. ein Quadrat aus drei mal drei Punkten. Je nach der Anzahl von bewegten Punkten, die sich in diesem Fenster befinden, wird der laufende Punkt als tatsächlich bewegter Punkt oder als störender Bewegungspunkt bezeichnet. Eine solche Bewegungsdetektion ist z. B. in der FR-PS 77 11 800 beschrieben.

Diesen Verfahren haftet der Mangel an, daß die bewegten Punkte einzeln betrachtet werden und nur diejenigen berücksichtigt werden, die zu dem Fenster gehören. Hingegen wird nicht die Tatsache berücksichtigt, daß diese bewegten Punkte voneinander getrennt oder aber zusammengehörig sein können und größere Zonen bilden. Diese Verfahren sind zwar geeignet zur Detektion von Störpunkten, die in kleinen Zonen (bis zu vier Punkte) gruppiert sind, nicht jedoch darüber hinaus, denn diese Detektion wurde ein Fenster mit einer größeren Oberfläche erfordern, ebenso wie umfangreichere Entscheidungskriterien. Andererseits ist es nicht möglich, die Oberfläche des Fensters danach zu verändern, ob das Bild mehr oder weniger große Störpunktzonen umfaßt.

Gemäß der Erfindung werden in den betrachteten Zonen die bewegten Punkte gruppiert und unter diesen Zonen diejenigen erkannt und ausgesondert, die auf Rauschen bzw. Störeinflüssen beruhen, und dies ohne die dem Stand der Technik anhaftenden Mängel.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist im Patentanspruch 1 angegeben.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen und aus der Zeichnung, auf die Bezug genommen wird. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 ein Beispiel für ein Bild, in dem jedem Punkt ein Digitalwert 1 zugeordnet ist, wenn er bewegt ist, bzw. ein Digitalwert Null zugeordnet ist, wenn er stillstehend ist;

Fig. 2 bis 7 für dieses selbe Beispiel verschiedene Stufen der Gruppierung der bewegten Punkte in den Zonen, gemäß einer ersten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei dem die Gruppierung im Verlaufe der Bildablenkung durchgeführt wird;

Fig. 8 bis 12 die verschiedenen Stufen der Gruppierung der bewegten Punkte für dasselbe Bildbeispiel, jedoch nach einer zweiten Ausführungsvariante des Verfahrens;

Fig. 13 ein allgemeines Übersichtsschaltbild eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 14 ein weiter detailliertes Übersichtsschaltbild eines Teiles dieses Ausführungsbeispiels;

Fig. 15 Zeitdiagramme der bei diesem Ausführungsbeispiel verwendeten Taktsignale;

Fig. 16 ein Übersichtsschaltbild eines Teiles des in Fig. 14-gezeigten Ausführungsbeispiels;

Fig. 17 und 18 ein Beispiel der Verarbeitung, die durch die Vorrichtung an einem Bild vorgenommen wird, für die Ausführungsform nach Fig. 19; und

Fig. 19 ein Übersichtsschaltbild eines Teiles des Ausführungsbeispiels nach Fig. 13.

Die folgende Beschreibung betrifft das erfindungsgemäße Verfahren für den Fall, daß die charakteristische Eigenschaft der Punkte isotroper Zonen darin besteht, daß sie in Bewegung sind. Ein Punkt kann nur zwei mögliche Eigenschaften aufweisen: er ist entweder bewegt oder stillstehend. Die Erfindung ist jedoch nicht auf diesen Anwendungsfall eingeschränkt.

In einer ersten Stufe wird ein Wert 1 oder 0 jedem Bildpunkt zugeordnet, je nachdem, ob er die betrachtete Eigenschaft aufweist. Von einem Punkt wird angenommen, daß er bewegt ist, wenn der Digitalwert seiner Helligkeit sich gegenüber dem vorhergehenden Bild geändert hat, so daß diesem Punkt ein Digitalwert 1 zugeordnet wird, während er andernfalls den Digitalwert 0 erhält (Fig. 1). In einer zweiten Stufe wird das Bild punktweise verarbeitet, indem jeder Punkt einer Zone zugeordnet wird, so daß miteinander in Beziehung

bestehende Bewegungspunkte in ein und derselben Zone gruppiert werden. Für jeden Punkt kann eine Erzeugung, Vergrößerung oder der Wegfall einer Zone auftreten. Das Wegfallen einer Zone geschieht, wenn zwei Zonen verschmolzen werden, weil sie einander zugehörig sind. Während der Verarbeitung jedes Punktes erfolgt eine Aktualisierung der Anzahl und des Zustandes der Zonen. Das Verfahren ist also rekursiv.

Jede Zone wird durch eine Nummer bezeichnet, nämlich Z_i , und ist durch einen Zustandsvektor \vec{E}_i gekennzeichnet, dessen eine Komponente die Anzahl N_i von Punkten ist, welche in der Zone Z_i enthalten sind. Durch den Zustandsvektor können verschiedene digitale Verarbeitungsoperationen durchgeführt werden. Bei der Bewegungsdetektion und der Rauschunterdrückung wird insbesondere die Komponente n_i herangezogen.

Wenn der betrachtete Punkt bewegt ist, wird er einer Zone zugeordnet, deren Nummernwert von den Zonennummernwerten der Nachbarpunkte abhängt.

Da die Zonennummernwerte laufend aktualisiert werden, wird in der folgenden Beschreibung unterschieden zwischen dem Zonennummernwert, der einem Punkt im Moment seiner Verarbeitung zugeordnet wird, und dem aktualisierten Wert dieses Zonennummernwertes, der die anschließend erfolgenden Zonenverschmelzungen berücksichtigt.

In der folgenden Beschreibung wird derjenige Punkt, der dem laufenden Punkt benachbart ist und ihm in derselben Zeile vorausgeht, als "linker Punkt" bezeichnet, während derjenige Nachbarpunkt, der dem laufenden Punkt entspricht und der unmittelbar vorausgehenden Zeile zugehört, als "darüber befindlicher Punkt" bezeichnet wird. Diese Bezeichnungen entsprechend dem häufigsten Fall, bei welchem die Bildanalyse von oben nach unten und von links nach rechts erfolgt. Das erfindungsgemäße Verfahren ist jedoch nicht auf eine solche Ablenkweise beschränkt. Es seien z der Zonennummernwert, der dem laufenden Punkt zugeordnet ist, Z' der aktualisierte Zonennummernwert des darüber befindlichen Punktes und Z der aktualisierte Zonennummernwert des linken Punktes. Der jede Zone kennzeichnende Zustandsvektor wird in einem Speicher gespeichert, der als Zustandsspeicher bezeichnet wird und durch die Zonennummernwerte Z_i adressiert wird. Bei dem rekursiven Zonenaktualisierungsvorgang, der im folgenden beschrieben wird, werden Verschmelzungen von einander zugehörigen Zonen durchgeführt. Wenn eine Zone Z_j eine Zone Z_h absorbiert, so ist die daraus entstandene Zone durch einen einzigen Zustandsvektor \vec{E}_j gekennzeichnet, der in dem Zustandsspeicher an der Adresse Z_j gespeichert wird. Damit die Zonennummer Z_h auch zu diesem Zustandsvektor zurückführt, enthält ein Adressenspeicher den Wert Z_j an der Adresse Z_h . Durch den Adressenspeicher kann also eine indirekte Adressierung des Zustandsspeichers erfolgen. Ferner läßt der Adressenspeicher für jede Zone mit der Nummer z , die durch eine andere Zone nicht absorbiert wird, die Adresse z der Adresse z entsprechen.

Gemäß der getroffenen Vereinbarung haben alle Punkte, die die betrachteten Eigenschaften nicht aufweisen, d. h. alle unbewegten Punkte, den Wert 0 als Zonennummer, obwohl sie nicht immer in einer durchgehenden Gruppierung vereinigt sein können.

Die Zuordnung jedes Punktes zu einer Zone sowie die Aktualisierung des Zustandsvektors, der für diese Zone charakteristisch ist, können gemäß verschiedenen Regeln erfolgen. Es werden zwei grundsätzliche Ausführungsvarianten der Erfindung vorgeschlagen, die sich in dem Fortschreiten der Zonennummern von Punkt zu Punkt im Verlaufe der Bildablenkung unterscheiden. Die erste Variante ist eine solche mit "festgelegtem Fortschreiten", während die zweite Variante eine solche mit "adaptierendem Fortschreiten" ist, und für jede dieser Varianten wird eine vereinfachte Variante vorgeschlagen.

Die nun folgende Beschreibung betrifft zunächst die Hauptvariante "mit festgelegtem Fortschreiten", wozu auf die Fig. 2 bis 7 Bezug genommen wird.

Bei der Zuordnung eines bewegten Punktes zu einer Zone sind vier Fälle zu unterscheiden:

Erster Fall

Der Punkt links von dem laufenden Punkt und der sich über diesem befindende Punkt sind stillstehend. Da der laufende Punkt keiner vorhandenen Zone zugehörig ist, wird er einer neuen Zone der Nummer Z_i zugeordnet, wobei Z_i die Adresse eines freien Speicherfeldes des Adressenspeichers ist. Die Anzahl von Punkten in der Zone ist $N_i = 1$.

$$z = Z_i \text{ und } N_i = 1$$

$$\begin{array}{|c|c|} \hline 0 & \\ \hline 0 & 1 \\ \hline \end{array} \Rightarrow \begin{array}{l} Z' = 0 \\ Z = 0 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{|c|c|} \hline 0 & \\ \hline 0 & Z_i \\ \hline \end{array}$$

Die Nummer $z = Z_i$ wird in den Adressenspeicher an der Adresse Z_i eingeschrieben. Die Anzahl von Punkten $N_i = 1$ wird in den Zustandsspeicher an der Adresse Z_i eingeschrieben. Bei dem in Fig. 1 gezeigten Beispiel tritt dieser Fall in der zweiten Zeile, vierte Spalte, auf:

$$\begin{array}{|c|c|} \hline 0 & \\ \hline 0 & 1 \\ \hline \end{array} \Rightarrow \begin{array}{|c|c|} \hline 0 & \\ \hline 0 & Z_i \\ \hline \end{array}$$

Zweiter Fall

Der Punkt links von dem laufenden Punkt ist ein bewegter Punkt, während der darüber befindliche Punkt ein stillstehender Punkt ist. Der laufende Punkt ist also einem Punkte zugehörig, der zu einer zuvor definierten Zone

gehört, so daß er dieser Zone zugeordnet wird. Die Anzahl N von in dieser Zone enthaltenen Punkten wird um 1 erhöht, so daß ihr aktualisierter Wert folgender ist:

$$N_a = N + 1.$$

$$\begin{array}{|c|c|} \hline 0 \\ \hline 1 & 1 \\ \hline \end{array} \begin{array}{l} Z' = 0 \\ Z \neq 0 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{l} z = Z \\ N_a = N + 1 \end{array} \begin{array}{|c|c|} \hline 0 \\ \hline Z & Z \\ \hline \end{array}$$

10 Dieser Fall tritt bei dem in Fig. 1 gezeigten Beispiel in der fünften Spalte, zweite Zeile, auf.

$$\begin{array}{|c|c|} \hline 0 \\ \hline 1 & 1 \\ \hline \end{array} \Rightarrow \begin{array}{|c|c|} \hline 0 \\ \hline Z_1 & Z_1 \\ \hline \end{array}$$

15

Dritter Fall

20 a) Wenn die beiden Nachbarpunkte bewegte Punkte sind und zwei verschiedenen Zonen angehören, so haben sie einen gemeinsamen Punkt, nämlich den laufenden Punkt. Die Zone des linken Nachbarpunktes, die Zone Z , absorbiert die darüber befindliche, zugehörige Zone der Nummer Z' , die N' Punkte enthält, und der gemeinsame Punkt wird der Zone Z zugewiesen. Es wird dann in dem Adressenspeicher Z an der Stelle von Z' an der Adresse Z' gespeichert.

Zum anderen ersetzt Z den Wert Z' überall dort, wo dieser Wert in dem Adressenspeicher gespeichert ist.

25 An der Adresse Z wird in dem Zustandsspeicher der Zustandsvektor aktualisiert, um die Vereinigung der beiden Zonen darzustellen:

$$\begin{array}{|c|c|} \hline 1 \\ \hline 1 & 1 \\ \hline \end{array} \text{ und } \begin{array}{l} Z' \neq 0 \\ Z \neq 0 \\ Z' \neq Z \end{array} \Rightarrow \begin{array}{l} Z \text{ absorbiert } Z' \\ z = Z \\ N_a = N + N' + 1 \end{array}$$

30

Ein solcher Fall tritt z. B. in der dritten Zeile, vierte Spalte, des in den Fig. 1 und 2 gezeigten Beispiels auf:

$$\begin{array}{|c|c|} \hline 1 \\ \hline 1 & 1 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{|c|c|} \hline Z_1 \\ \hline Z_2 & z \\ \hline \end{array} \Rightarrow \begin{array}{|c|c|} \hline Z_2 \\ \hline Z_2 & Z_2 \\ \hline \end{array}$$

35

Die Zone mit der Nummer Z_2 absorbiert die Zone der Nummer Z_1 . Der Adressenspeicher erfährt die folgende Veränderung:

40

| Adresse | Inhalt | | Adresse | Inhalt |
|---------|--------|---------------|---------|--------|
| Z_1 | Z_1 | \Rightarrow | Z_1 | Z_2 |
| Z_2 | Z_2 | | Z_2 | Z_2 |

45

Der Zustandsspeicher erfährt folgende Veränderung:

50

| Adresse | Inhalt | | Adresse | Inhalt |
|---------|--------|---------------|---------|--------|
| Z_1 | 10 | \Rightarrow | Z_1 | 10 |
| Z_2 | 1 | | Z_2 | 12 |

55

$$N_a = N + N' + 1$$

Die Anzahl von Punkten von Z_1 ($N' = 10$) bleibt gespeichert, erfüllt jedoch keinen Zweck mehr.

60

b) Wenn die beiden Nachbarpunkte bewegte Punkte sind und derselben Zone angehören, so wird der laufende Punkt dieser Zone zugewiesen.

$$\begin{array}{|c|c|} \hline 1 \\ \hline 1 & 1 \\ \hline \end{array} \text{ und } Z' = Z \neq 0 \Rightarrow \begin{array}{l} z = Z = Z' \\ N_a = N' + 1 = N + 1 \end{array}$$

65

Dieser Fall tritt in der dritten Zeile der fünften Spalte in Fig. 3 auf. Der darüber befindliche Punkt wird der Zone Z_1 zugeordnet, nachdem er verarbeitet wurde, die Zone Z_1 wurde jedoch durch die Zone Z_2 während der Verarbeitung des zweiten Punktes am Anfang der dritten Zeile absorbiert. Der Adressenspeicher hat die

Ersetzung der Nummer Z_1 durch Z_2 gespeichert, indem Z_2 an der Adresse Z_1 gespeichert wurde. Fig. 3 zeigt die Werte der Zonennummern, wie sie zum Zeitpunkt der Verarbeitung des laufenden Punktes vorhanden sind.

$$Z' - Z = Z_2 - Z_1 = 1$$

Der Inhalt des Adressenspeichers bleibt unverändert. Der Inhalt des Zustandsspeichers erfährt folgende Veränderung:

| Adresse | Inhalt | Adresse | Inhalt |
|---------|--------|---------|--------|
| Z_2 | 12 | Z_2 | 13 |

Vierter Fall

Der Punkt links von dem laufenden Punkt ist stillstehend, während der darüber befindliche Punkt bewegt ist. Der laufende Punkt ist einer bereits vorhandenen Zone zugehörig, zu der er also gehört. Die Anzahl von Punkten dieser Zone nimmt um 1 zu.

$$\begin{array}{|c|c|} \hline 1 \\ \hline 0 \ 1 \\ \hline \end{array} \text{ und } \begin{array}{l} Z' \neq 0 \\ Z = 0 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{l} z = Z' \\ N_a = N + 1 \end{array} \begin{array}{|c|c|} \hline Z' \\ \hline 0 \ Z' \\ \hline \end{array}$$

Dieser Fall tritt in der dritten Zeile, neunte Spalte, des in Fig. 4 gezeigten Beispiels auf.

$$\begin{array}{|c|c|} \hline 1 \\ \hline 0 \ 1 \\ \hline \end{array} \Rightarrow \begin{array}{|c|c|} \hline Z_2 \\ \hline 0 \ Z_2 \\ \hline \end{array}$$

Diese erste Zone, in der bewegte Punkte gruppiert sind, schreitet mehr und mehr fort, in dem Maße, wie die Ablenkung auf bewegte Punkte trifft, die dieser Zone zugehörig sind. In der dritten Zeile der vierzehnten Spalte bei dem in Fig. 4 gezeigten Beispiel wird eine Zone mit der Nummer Z_3 erzeugt, die an dem darauffolgenden Punkt die Zone mit der Nummer Z_2 absorbiert. In der gleichen Weise werden die Zonen mit den Nummern Z_4 und Z_5 erzeugt und anschließend kurze Zeit später absorbiert (Fig. 5 und 6). Für jeden verarbeiteten Punkt kann eine Aktualisierung der vorhandenen Zonennummern erfolgen, so daß also die Definition der Zonen nicht abgeschlossen ist, bevor alle Punkte verarbeitet sind. Bei dem in Fig. 1 gezeigten Beispiel führen die aufeinanderfolgenden Neugruppierungen der einander zugehörigen Zonen zu einer einzigen Zone Z_7 (Fig. 7).

In dem dritten Fall, der die Verschmelzung von zwei Zonen zeigt, wurde angegeben, daß die Aktualisierung des Adressenspeichers geschieht, indem der Wert Z in alle Speicherfelder eingeschrieben wird, welche den Wert Z' der Nummer der absorbierenden Zone enthalten. Bei dem in den Fig. 1 bis 7 gezeigten Beispiel ist der endgültige Inhalt des Adressenspeichers folgender:

| Adresse | Inhalt |
|---------|--------|
| Z_2 | Z_7 |
| Z_3 | Z_7 |
| Z_4 | Z_7 |
| Z_5 | Z_7 |
| Z_6 | Z_7 |
| Z_7 | Z_7 |

Nach der Kennzeichnung der isotropen Zonen in einem vollständigen Bild oder einem Bildteil wird der Zustandsvektor der Zonen herangezogen, um eine digitale Verarbeitung durchzuführen, z. B. die Rauschunterdrückung. Wenn eine Verarbeitung Punkt für Punkt vorgenommen wird, ist ein sogenannter Wartespeicher vorgesehen, um die Werte der Zonennummern zu speichern, die jeweils einem Bildpunkt zugeordnet sind (nicht aktualisierte Werte), bevor die Verarbeitung beginnt. Eine erste Stufe der Verarbeitung eines Bildpunktes besteht darin, daß aus diesem Speicher der Wert z der Zonennummer ausgelesen wird, welcher er anfangs zugeordnet wurde, und eine zweite Stufe besteht darin, aus dem Adressenspeicher den Nummernwert derjenigen Zone auszulesen, die am Ende die Zone mit der Nummer z absorbiert hat, gegebenenfalls nach einer Kaskade von Absorptionen. Bei dem in Fig. 1 gezeigten Beispiel eines bewegten Punktes in der zweiten Zeile ist der anfangs zugeordnete Zonennummernwert Z_1 ; da diese Zone Z_1 nach und nach durch die Zonen Z_2, Z_3, Z_4, Z_5, Z_6 und Z_7 absorbiert wurde, läßt der Adressenspeicher Z_7 der Nummer Z_1 entsprechen, und folglich wird der

betrachtete Punkt so behandelt, als gehöre er zu der Zone Z_1 . Der Zustand dieser Zone wird durch den Zustandsspeicher an der Adresse Z_1 angegeben.

Die Aktualisierung des Adressenspeichers wird ebenso wie diejenige des Zustandsspeichers im Laufe der Verarbeitung der Punkte vorgenommen. Eine erste Ausführungsform des Aktualisierungsverfahrens besteht in folgendem:

In dem Zeitpunkt, wo die Kenntnis des aktualisierten Wertes Z' der Zonennummer des darüber befindlichen Punktes erforderlich ist, also zu demjenigen Zeitpunkt, wo der laufende Punkt einer Zone zugeordnet werden soll, werden die folgenden Operationen ausgeführt:

- Aus dem Wartespeicher wird die Zonennummer Z' ausgelesen, die dem darüber befindlichen Punkt zugeordnet ist. Zum Beispiel $Z' = Z_1$.
- Aus dem Adressenspeicher wird der Inhalt der Adresse Z_1 ausgelesen, welcher mit $ADR(Z_1)$ bezeichnet ist. Zum Beispiel hat der Adressenspeicher folgenden Inhalt:

| Adresse | Inhalt |
|---------|--------|
| Z_1 | Z_2 |
| Z_2 | Z_3 |
| Z_3 | Z_4 |
| Z_4 | Z_4 |

$ADR(Z_1) = Z_2$

- Aus dem Adressenspeicher wird der mit $ADR(Z_2)$ bezeichnete Inhalt an der Adresse Z_3 ausgelesen.

$ADR(Z_2) = Z_3$

- Aus dem Adressenspeicher wird der mit $ADR(Z_3)$ bezeichnete Inhalt an der Adresse Z_4 ausgelesen.

$ADR(Z_3) = Z_4$

- Aus dem Adressenspeicher wird der mit $ADR(Z_4)$ bezeichnete Inhalt an der Adresse Z_4 ausgelesen.

$ADR(Z_4) = Z_4$

Da Z_4 an der Adresse Z_4 eingeschrieben wurde, wurde die Zone mit der Nummer Z_4 nicht durch eine andere Zone absorbiert, so daß eine Fortsetzung dieses Vorganges nicht erforderlich ist.

- Z_4 wird in den Adressenspeicher an der Adresse Z_1 eingeschrieben.

Inhalt des Adressenspeichers nach dieser Aktualisierung:

| Adresse | Inhalt |
|---------|--------|
| Z_1 | Z_4 |
| Z_2 | Z_3 |
| Z_3 | Z_4 |
| Z_4 | Z_4 |

Die Aktualisierung des Adressenspeichers ist also um so umfangreicher, je länger die Absorptionskaskade ist.

Diese Aktualisierung berücksichtigt natürlich nur Absorptionen, die zwischen dem Zeitpunkt, wo der darüber befindliche Punkt der Zone Z_1 zugeordnet wurde, und dem Zeitpunkt, wo der laufende Punkt betrachtet wird, stattgefunden haben. Anschließend werden gegebenenfalls weitere Aktualisierungen an der Adresse Z_1 vorgenommen. Der Inhalt der Adressen Z_2 , Z_3 und Z_4 wird gegebenenfalls später aktualisiert, wenn sich über den betrachteten laufenden Punkten befindenden Punkte später zu diesen Zonen gehören.

In der Praxis ist es nicht erforderlich, einen Test durchzuführen, um festzustellen, daß ein Inhalt gleich seiner Adresse ist, und dann die Lesekaskade zu beenden. Die Erfahrung zeigt nämlich, daß es praktisch niemals mehr als zwei Kaskaden gibt. Es genügt also, systematisch drei Lesevorgänge durchzuführen, bevor die erhaltene Nummer eingeschrieben wird. Da aber die Ablauffolge dieser Operationen relativ lang ist, ist es erforderlich, die Aktualisierung um eine Zeit $3T$ vorzuziehen, wobei T der Ablenkzeit eines Punktes entspricht. Um Zeit zu gewinnen, erfolgen ferner die drei Lesevorgänge nicht seriell in demselben Speicher unter Verwendung eines Pufferspeichers zum Speichern eines Adressenwertes zwischen zwei Lesevorgängen; sie werden vielmehr in dem Adressenspeicher und in zwei Hilfspuffern vorgenommen, die mit dem Adressenspeicher identisch sind. Diese drei Speicher haben anfangs denselben Inhalt und werden am Ende in gleicher Weise aktualisiert. Eine zweite Ausführungsform des Verfahrens zum Aktualisieren ist also die folgende:

Es sei t der Zeitpunkt, in dem der laufende Punkt einer Zone zugeordnet wird. Um den Adressenspeicher und die beiden Hilfsspeicher zu aktualisieren, sind bei dem zuvor betrachteten Beispiel folgende Operationen erforderlich:

– Zum Zeitpunkt $t - 3T$ wird der mit $ADR_1(Z_1)$ bezeichnete Inhalt an der Adresse Z_1 des ersten Hilfsspeichers ausgelesen: 5

$$ADR_1(Z_1) = Z_2$$

– Zum Zeitpunkt $t - 2T$ wird der mit $ADR_2(ADR_1(Z_1))$ bezeichnete Inhalt an der Adresse $ADR_1(Z_1)$ in dem zweiten Hilfsspeicher ausgelesen: 10

$$ADR_2(ADR_1(Z_1)) = ADR_2(Z_2) = Z_3$$

– Zum Zeitpunkt $t - T$ wird der mit $ADR_3(ADR_2(ADR_1(Z_1)))$ bezeichnete Inhalt an der Adresse $ADR_2(ADR_1(Z_1)) = Z_3$ in dem Adressenspeicher ausgelesen: 15

$$ADR_3(Z_3) = Z_4$$

– Zum Zeitpunkt t wird $ADR_3(ADR_2(ADR_1(Z_1))) = Z_4$ an der Adresse Z_1 in den drei Speichern eingeschrieben. 20

Zum Zeitpunkt t ist der aktualisierte Zonnennummernwert des Punktes bekannt, der sich über dem laufenden Punkt befindet, und es ist dann möglich, den laufenden Punkt zu verarbeiten. Durch dieses Beispiel ist die Erfindung jedoch nicht eingeschränkt. Es kann auch eine größere Anzahl von Lesevorgängen in den Adressenspeichern und in den Hilfsspeichern vorgenommen werden, und diese können über eine längere Zeitspanne verteilt werden. 25

Diese allgemeine Aktualisierung ist jedoch nicht in allen Anwendungsfällen erforderlich. Eine Vereinfachung der ersten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, die Aktualisierung nur an der Adresse der absorbierten Zone vorzunehmen und bei den anderen Adressen, die diesen Nummernwert enthalten, nicht durchzuführen. 30

Bei dem in Fig. 1 gezeigten Beispiel ist die Endkonfiguration des Adressenspeichers dann:

| Adresse | Inhalt | |
|---------|--------|----|
| Z_1 | Z_2 | 35 |
| Z_2 | Z_4 | |
| Z_3 | Z_4 | |
| Z_4 | Z_6 | 40 |
| Z_5 | Z_7 | |
| Z_6 | Z_7 | |
| Z_7 | Z_7 | |

Zum Beispiel weist die Adresse Z_1 auf die Zonnennummer Z_2 , anstatt auf die Zonnennummer Z_7 zu verweisen. Die Zone Z_2 umfaßt nach Absorption von Z_1 16 Punkte, während die Vereinigung aller Zonen in Z_7 sehr viel mehr Punkte enthält. Dies ist ein unzulässiger Fehler für Anwendungen, bei denen ausgedehnte Zonen betroffen sind. Wenn jedoch die Anwendung nur Zonen betrifft, die sich über höchstens zwei Zeilen erstrecken, ist es möglich, die Aktualisierung auf diese Weise einzuschränken. Dadurch wird die Durchführung des Verfahrens vereinfacht. Diese Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird bei einer zweiten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung angewendet, die es ermöglicht, zwischen Punkten, deren Bewegung auf Rauschen beruht, und tatsächlich bewegten Punkten zu unterscheiden. Da Störzonen statistisch betrachtet eine geringe Anzahl von Punkten enthalten, die sich selten über mehr als zwei Zeilen erstrecken, kann diese vereinfachte Variante Anwendung finden. 45

Die Erfindung umfaßt auch eine zweite Hauptvariante, nämlich diejenige mit "adaptierender Fortschreitung", die im folgenden unter Bezugnahme auf die Fig. 8 bis 12 beschrieben wird und bei welcher die Zuordnungsvorschriften für die Zuordnung eines Punktes zu einer Zone umfangreicher und komplizierter sind, um die Kaskaden der Absorption einer Zone durch eine andere möglichst kurz zu halten und auf diese Weise die Aktualisierung des Adressenspeichers zu vereinfachen. Wenn bei dieser Ausführungsform zwei Zonen einen gemeinsamen Punkt haben, so hat die Zone des darüber liegenden Punktes Priorität zum Absorbieren der Zone des linken Punktes, so daß sie eine jüngere Zone absorbiert. Diese Absorption wird jedoch nur dann zugelassen, wenn die Zone des linken Punktes nicht zuvor eine Zone absorbiert hat, in welchem Falle nämlich die Zone des linken Punktes die Zone des darüber liegenden Punktes absorbiert, wie bei der ersten Hauptvariante. Diese Alternative wird durch die Bezeichnung "adaptierendes Fortschreiten" der Zonnennummern umschrieben. Um anzugeben, ob eine Zone bereits wenigstens eine Zone absorbiert hat, wird jedem charakteristischen Zustandsvektor eine Zone ein Absorptionsanzeigebit hinzugefügt. Für die Zone der Nummer Z ist z. B. der Wert dieses Bits $T_Z = 1$, wenn bereits eine Absorption stattgefunden hat, bzw. $T_Z = 0$, wenn noch keine Absorption stattgefunden hat. 50
55
60
65

Die Zuweisung des laufenden Punktes zu einer Zone geschieht nach denselben Vorschriften wie bei der ersten Ausführungsform "mit festgelegtem Fortschreiten", was den ersten, zweiten und vierten Fall anbetrifft. Im dritten Fall sind die adaptierenden Vorschriften die folgenden:

$$5 \quad a) \quad \begin{array}{|c|c|} \hline Z' & \\ \hline Z & z \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{l} Z' \neq Z \\ T_z = 0 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{l} Z' \text{ absorbiert } Z \\ z = Z' \\ N_a = N_z + N_{z'} + 1 \\ T_{z'} = 1 \end{array}$$

10 Die Zonen mit den Nummern Z und Z' sind verschieden und haben einen gemeinsamen Punkt, durch den sie einander zugehörig sind. Die Zone des linken Punktes hat noch niemals eine andere Zone absorbiert ($T_z = 0$) und kann daher durch die Zone des darüber liegenden Punktes absorbiert werden, deren Anzeige den Wert 1 annimmt.

15 Wenn das in Fig. 1 gezeigte Beispiel nach diesen Vorschriften behandelt wird, so tritt dieser Fall in der dritten Zeile, vierte Spalte (Fig. 8) auf, und anschließend in der vierten Zeile, zweite Spalte (Fig. 9) sowie in der fünften Zeile, zehnte Spalte der Fig. 11.

$$20 \quad b) \quad \begin{array}{|c|c|} \hline Z' & \\ \hline Z & z \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{l} Z' \neq Z \\ T_z = 1 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{l} Z \text{ absorbiert } Z' \\ z = Z \\ N_a = N_z + N_{z'} + 1 \end{array}$$

Die Zone des linken Punktes hat zuvor eine Zone absorbiert ($T_z = 1$), so daß sie nicht absorbiert wird, wodurch eine Aktualisierungskaskade in dem Adressenspeicher vermieden wird. Die Zone des linken Punktes absorbiert die Zone des darüber liegenden Punktes, gleich welchen Zustand das Absorptionsanzeigebit dieser Zone aufweist. Wenn dieses Anzeigebit angibt, daß die Zone des darüber liegenden Punktes zuvor eine Zone absorbiert hat, wird die Aktualisierungskaskade, die in dem Adressenspeicher erforderlich ist, in der Weise durchgeführt, die für die erste Hauptvariante des Verfahrens beschrieben wurde.

Dieser Fall tritt in der vierten Zeile, vierzehnte Spalte der Fig. 10 auf: die Zone Z_1 , die nicht absorbiert werden kann, absorbiert die Zone Z_3 . Desgleichen in Zeile 6, sechste Spalte der Fig. 11, wo die Zone Z_1 , die nicht absorbiert werden kann, die Zone Z_5 absorbiert.

Bei diesem Beispiel sind schließlich alle bewegten Punkte in der Zone Z_1 gruppiert (Fig. 12).

$$35 \quad c) \quad \begin{array}{|c|c|} \hline Z' & \\ \hline Z & z \\ \hline \end{array} \quad Z' = Z \Rightarrow \begin{array}{l} z = Z = Z' \\ N_a = N_z + 1 = N_{z'} + 1 \end{array}$$

Dieser Fall weist keine besonderen Schwierigkeiten auf.

Wie bei dem Anwendungsbeispiel dieser Variante ersichtlich ist, treten keine oder nur wenige Zonenabsorptionskaskaden auf. Die neuen Zonen (Z_2 , Z_3 usw.), die der Zone Z_1 zugehörig sind, werden durch diese schnell absorbiert.

Der Vereinfachung der Adressenspeicherverwaltung steht jedoch eine größere Anzahl von Logikoperationen gegenüber, die für jeden Bildpunkt durchgeführt werden müssen, da die Werte T_z und $T_{z'}$ getestet werden müssen, ebenso wie eine Zunahme des zu speichernden Datenvolumens für die Zustandsvektoren, da ein Bit hinzugefügt wird.

Für die zweite Ausführungsvariante mit "adaptierendem Fortschreiten" wird daher wie für die erste Variante "mit feststehendem Fortschreiten" eine vereinfachte Variante vorgeschlagen, die darin besteht, daß die Aktualisierung des Adressenspeichers nicht durchgeführt wird. Bei dieser vereinfachten Variante absorbiert in dem dritten Fall, Absatz b) der vorstehenden Beschreibung, die Zone des linken Punktes die Zone des darüber liegenden Punktes nur dann, wenn dadurch keine Aktualisierung des Adressenspeichers verursacht wird, wenn also die Zone des darüber befindlichen Punktes keine Zone absorbiert hat ($T_{z'} = 0$). Andernfalls wird die Absorption nicht zugelassen. Der laufende Punkt wird der Zone des linken Punktes zugeordnet, die also ihr Wachstum fortsetzt. Diese beiden Zonen werden also als nicht einander zugehörig angesehen, obwohl sie eigentlich einander zugehörig sind und hätten vereinigt werden müssen. Dieser Fehler bei der Kennzeichnung der Zonen ist jedoch bei bestimmten Anwendungen nicht störend. Dagegen ist es vorteilhaft, keine Aktualisierung des Adressenspeichers vornehmen zu müssen.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren können isotrope Zonen gekennzeichnet werden, in denen die Punkte jeder Zone eine gemeinsame Eigenschaft P aufweisen, die nicht notwendig die Eigenschaft der Bewegung ist, und auch eine Beschränkung auf nur eine gegebene Eigenschaft ist nicht erforderlich. Wenn z. B. das Bild aus Punkten besteht, die 255 Helligkeitswerte und einen schwarzen Untergrundpegel annehmen können, so können diese Punkte in Zonen konstanter Helligkeit gruppiert werden. In diesem letztgenannten Falle beträgt die Anzahl von Eigenschaften 256, und nicht nur 2. Jeder Punkt wird dann durch den Wert eines 8 Bit-Wortes gekennzeichnet, und nicht durch ein einziges Bit, und der Zustandsvektor jeder Zone enthält dann ferner ein 8-Bit-Wort, welches die Eigenschaft der Zonenpunkte angibt. Die Zuweisung eines Punktes zu einer Zone, der er zugehörig ist, erfolgt nur dann, wenn der Punkt dieselbe Eigenschaft wie die Punkte der zugehörigen Zone aufweist.

Der Zustandsvektor kann noch weitere charakteristische Komponenten enthalten, z. B. die Koordinaten des Schwerpunktes aller Punkte einer Zone oder die Koordinaten der Punkte, die auf den Konturen liegen.

Die vereinfachte Form der ersten Hauptausführungsvariante der Erfindung wird in einer erfindungsgemäßen Vorrichtung angewendet, um einander zugehörige bewegte Punkte in Zonen zu gruppieren, um diejenigen, deren Bewegung auf Rauschen beruht, von solchen zu unterscheiden, die eine tatsächliche Bewegung ausführen. Diese Verarbeitung kann in Realzeit an einer Fernsequenz vorgenommen werden.

Um die tatsächlich bewegten Punkte von Punkten zu unterscheiden, deren Bewegung wahrscheinlich auf Rauschen beruht, reicht es aus, nur die Anzahl von Punkten jeder Zone zu betrachten. Wenn die Anzahl gering ist, z. B. niedriger als 8 Punkte, so wird die Zone als Stör- bzw. Rauschzone angesehen. Um Rauschen zu unterdrücken, ist es nicht erforderlich, ein Bild bei der Datenübertragung zu verzögern, sondern es genügt, das Bild um eine Anzahl von p Zeilen, z. B. vier Zeilen, zu verzögern, um diejenigen Zonen zu erkennen, die klein bleiben.

In der folgenden Beschreibung wird als "laufender Punkt" der Punkt mit dem Index n in der Zeile j bezeichnet, der gerade einer Zone zugeordnet wird; als "getesteter Punkt" wird der Punkt mit dem Index n in der Zeile $j - p$ bezeichnet, dessen Bewegung als "wahre" Bewegung oder "Rauschbewegung" erkannt werden soll.

Fig. 13 zeigt das Übersichtsschaltbild eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Ein Eingangsanschluß 1 empfängt mit einer Periode T den Digitalwert der Helligkeit eines Bildpunktes, wobei das Bild nach herkömmlichen Fernsehverfahren analysiert wird. Dieser Wert wird zum einen in einen Speicher 2, der als Bildspeicher bezeichnet wird, eingeschrieben, wobei dieser Bildspeicher den Wert mit der Verzögerung eines Bildes wiedergibt. Zum anderen wird dieser Wert in einem Speicher 3 gespeichert, der als Punktspeicher bezeichnet wird und nur den Helligkeitswert eines Punktes speichert. Diese beiden Speicher empfangen ein Taktsignal $HP9$ der Periode T .

Am Ausgang der Speicher 2 und 3 werden die Digitalwerte der Helligkeiten von zwei einander entsprechenden Punkten zweier aufeinanderfolgenden Bilder an einen Vergleichler 4 abgegeben. Wenn die beiden Werte voneinander verschieden sind, wird der Punkt als bewegter Punkt angesehen. Um einen Teil der auf Rauschen bzw. Störsignalen beruhenden Fehler zu vermeiden, hat der Vergleichler 4 einen Schwellwert: er wird nur ausgelöst, wenn die Differenz größer ist als die üblichen Rauschwerte.

Steuereinrichtungen 15 erzeugen Taktsignale $HP1, \dots, HP9$ und Steuersignale $C1, \dots, C8$ für alle Elemente der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Diese Steuereinrichtung 15 arbeitet in Abhängigkeit von drei Digitalsignalen M'_{n-2}, M'_{n-1}, M'_n , welche die Bewegung des laufenden Punktes, die Bewegung des links von diesem befindlichen Punktes bzw. die Bewegung des sich darüber befindenden Punktes symbolisieren. Ihr Wert beträgt z. B. 1, wenn eine Bewegung vorhanden ist. Dieser Wert wird folgendermaßen erzeugt:

Der Ausgang des Vergleichlers 4 liefert das Signal M'_{n-2} und legt ihn an den Eingang eines Speichers 13 an, der das Signal um eine Periode T verzögert als Signal M'_{n-1} an seinem Ausgang abgibt. Ein Speicher 14 verzögert das Signal M'_{n-1} um eine Zeitspanne, die äquivalent einer Zeile minus einem Punkt ist, und gibt das Signal M'_n ab. Die Speicher 13 und 14 empfangen ein Taktsignal $HP1$ der Periode T . Die Daten werden bei jeder Periode um eine Stufe verschoben.

Jede Zonennummer ist durch eine Adresse gebildet, die sich auf einen Speicher bezieht, weshalb im folgenden die Begriffe "Zonennummer" und "Adresse" in gleicher Bedeutung verwendet werden.

Eine Einrichtung 5, die als Adressen- und Zustandsgenerator bezeichnet wird, ordnet jedem Punkt, gleich ob er bewegt ist oder nicht, eine Zonennummer zu und bestimmt den Zustand jeder Zone zu jedem Zeitpunkt. Bei der betrachteten Anwendung enthält der Zustandsvektor einer Zone nur eine Komponente, bei der es sich um die Anzahl von Punkten handelt, die in der Zone enthalten sind. Die Einrichtung 5 umfaßt zwei Eingangsanschlüsse 27, 28 sowie zwei Ausgangsanschlüsse 30, 31.

Der Zustand jeder Zone wird in einem Speicher 6 gespeichert, der als Zustandsspeicher bezeichnet wird. Wie bereits bei der Erläuterung des Verfahrens angegeben wurde, wird der Zustandsspeicher über einen Adressenspeicher 7 adressiert. Ein Adresseneingang des Speichers 7 ist mit dem Ausgang einer "Weiche" 9 verbunden, ein Dateneingang ist mit dem Anschluß 31 verbunden, ein Datenausgang mit dem Anschluß 28, ein Schreibsteuereingang mit dem Taktsignal $HP5$, ein erster Lesesteuereingang mit einem Taktsignal $HP3$ und ein zweiter Lesesteuereingang mit dem Taktsignal $HP7$ verbunden. Die Weiche bzw. der Umschalter 9 umfaßt einen ersten Eingang, der mit dem Ausgang eines Umschalters 11 verbunden ist, sowie einen zweiten Eingang, der mit einem ersten Ausgang eines Speichers 8 verbunden ist, und einen Steuereingang, an den ein Logiksignal $C1$ angelegt ist. Der Umschalter 11 umfaßt einen ersten, mit dem Anschluß 31 verbundenen Eingang, einen zweiten, mit einem zweiten Ausgang des Speichers 8 verbundenen Eingang und einen Steuereingang, der ein Logiksignal $C8$ empfängt. Der Speicher 8 empfängt die von dem Anschluß 31 gelieferten Daten und gibt sie zum einen auf seinem ersten Ausgang mit einer Verzögerung wieder, die p Zeilen entspricht, und zum anderen auf einem zweiten Ausgang mit einer Verzögerung ab, die einer Zeile entspricht. Der Speicher 8 besitzt einen Steuereingang, an den das Taktsignal $HP1$ angelegt ist. Der Zustandsspeicher 6 umfaßt einen Adresseneingang, der mit dem Ausgang eines Umschalters 10 verbunden ist, welcher zwei Eingänge aufweist. Der erste Eingang ist mit dem Datenausgang des Adressenspeichers 7 verbunden, während sein zweiter Eingang mit dem Ausgangsanschluß 31 der Einrichtung 5 verbunden ist. Die Stellung des Umschalters 10 wird durch ein Logiksignal $C7$ gesteuert, das an einen Steuereingang angelegt ist. Der Zustandsspeicher 6 umfaßt einen Dateneingang, der mit dem Ausgangsanschluß 30 der Einrichtung 5 verbunden ist, einen Schreibsteuereingang, an den ein Taktsignal $HP6$ angelegt ist, einen ersten Lesesteuereingang, der ein Taktsignal $HP4$ empfängt, einen zweiten Lesesteuereingang, der ein Taktsignal $HP8$ empfängt, sowie einen Ausgang, der zum einen mit dem Eingangsanschluß 27 der Einrichtung 5 und zum anderen mit einem Eingang eines Registers 40 verbunden ist. Dieses Register umfaßt einen Steuereingang, welcher das Taktsignal $HP9$ empfängt, und einen Ausgang, der mit einem Eingang eines Schwellwertvergleichers 41 verbunden ist, der ein Logiksignal an einem Ausgangsanschluß 43 abgibt, welcher den Ausgang der erfindungsgemäßen Vorrichtung bildet, und zwar über eine Filtereinrichtung 42.

Es gibt zwei Verarbeitungsphasen:

- Die erste besteht darin, daß der laufende Punkt verarbeitet wird, um einen Zonennummernwert AD_n^j zu erzeugen, welcher dem laufenden Punkt zugeordnet ist, diesen Wert in dem Speicher 8 zu speichern, der eine Verzögerung von p Zeilen aufweist und einen Wartespeicher bildet, und den Inhalt des Adressenspeichers 7 sowie des Zustandsspeichers 6 zu aktualisieren.
- Die zweite Verarbeitungsphase betrifft den getesteten Punkt: Der Zonennummernwert AD_n^{j-p} , der von dem Speicher 8 mit einer Verzögerung um p Zeilen geliefert wird, wird durch den Umschalter 9 zum Adresseneingang des Speichers 7 geführt. Dieser Speicher adressiert den Zustandsspeicher 6 über den Umschalter 10. Aus diesem Speicher wird dann die Anzahl N_i von Punkten ausgelesen, die in der Zone des getesteten Punktes enthalten sind. Während der Verzögerung von p Zeilen nimmt die Anzahl von Punkten dieser Zone zu, wenn es sich nicht um eine Störzone handelt. Die Anzahl von Punkten wird in dem Register 40 mittels Freigabe durch das Taktsignal $HP9$ gespeichert und anschließend an den Vergleicher 41 angelegt, der ein Logiksignal MV_n^{j-p} erzeugt, das z. B. gleich 0 ist, wenn die Zone eine Anzahl von Punkten enthält, die geringer als ein fester Wert h ist. Dieses Signal MV_n^{j-p} wird an Filtereinrichtungen 42 angelegt, welche die Erfassung von isolierten feststehenden Punkten in einer Zone bewegter Punkte neutralisiert. Der Ausgang dieser Filtereinrichtung 42 speist den Ausgangsanschluß 43 der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einem Logiksignal MVF_n^{j-p} , das z. B. gleich 1 ist, wenn der getestete Punkt nach dem Filtern eine Bewegung aufweist, die nicht auf Rauschen bzw. Störeinflüsse zurückzuführen ist.

Um Bewegungen, die auf Rauschen beruhen, nicht zu erfassen, werden die Parameter p und h vorzugsweise folgendermaßen gewählt:

$$1 \leq h \leq 3p$$

Zum Beispiel $h = 8$ für $p = 4$.

Fig. 14 zeigt ein Übersichtsschaltbild der Adressen- und Zustands-Generatoreinrichtung 5. Ihr Eingangsanschluß 27 empfängt einen Wert, der aus dem Zustandsspeicher 6 ausgelesen wird, und überführt ihn zum Eingang eines Registers 35. Der Eingangsanschluß 28 empfängt einen Wert, der aus dem Adressenspeicher 7 ausgelesen wird, und überführt ihn zum Eingang eines Registers 34. Die Register 34 und 35 sind Pufferregister, die durch das Taktsignal $HP4$ bzw. $HP5$ gesteuert sind. Der Ausgangsanschluß 30 der Einrichtung 5 ist mit dem Ausgang D eines Umschalters 26 verbunden, während der Ausgangsanschluß 31 mit einem Ausgang C des Umschalters 26 verbunden ist. Diese beiden Ausgangsanschlüsse liefern den aktualisierten Wert N_i , der Anzahl von Punkten der Zone, welcher der laufende Punkt zugeordnet ist, bzw. den Wert AD_n^j der Nummer dieser Zone.

Es wird nun die Arbeitsweise der Einrichtung 5 beschrieben, wobei die Funktion des Umschalters 26 sowie eines Umschalters 22 betrachtet wird, bei denen es sich um wesentliche Elemente der Einrichtung 5 der beschriebenen Ausführungsform handelt. Die Weiche bzw. der Umschalter 26 ist ein zweipoliger Schalter mit drei Stellungen. In der ersten Stellung ist der Ausgang C mit einem Eingang l verbunden, während der Ausgang D mit einem Eingang o verbunden ist. In der zweiten Stellung ist der Ausgang C mit einem Eingang m verbunden, während der Ausgang D mit einem Eingang q verbunden ist. In der dritten Stellung ist der Ausgang C mit einem Eingang n und der Ausgang D mit einem Eingang r verbunden. Diese drei Stellungen werden durch ein Steuersignal $C5$ ausgewählt. Der Eingang n empfängt dauernd den Wert 0; der Eingang q empfängt dauernd den Wert 1; der Eingang r empfängt dauernd den Wert 0. Die Weiche bzw. der Umschalter 22 ist ebenfalls ein Schalter mit zwei Polen und drei Stellungen. In der ersten Stellung ist ein Ausgang A mit einem Eingang a und ein Ausgang B mit einem Eingang d verbunden. In der zweiten Stellung ist der Ausgang A mit einem Eingang b und der Ausgang B mit einem Eingang e verbunden. In der dritten Stellung ist der Ausgang A mit einem Eingang c und der Ausgang B mit einem Eingang f verbunden. Diese drei Stellungen werden durch ein Steuersignal $C4$ ausgewählt, das durch die Steuereinrichtung 15 geliefert wird, sowie durch ein Logiksignal, das von einem Vergleicher 19 abgegeben wird.

Zwei Register 16, 17 sind mit ihren Eingängen an den Ausgang C bzw. D des Umschalters 26 angeschlossen, während ihr Steuereingang das Taktsignal $HP1$ empfängt. Der Ausgang des Registers 16 gibt ein Signal des Wertes AD_E an die Eingänge a und b des Umschalters 22 und an einen ersten Eingang des Vergleichers 19 ab. Der Ausgang des Registers 17 gibt ein Signal des Wertes NE zum einen an den Eingang d des Umschalters 22 und zum anderen an den ersten Eingang eines Addierers 18 ab. Der Ausgang des Registers 34 liefert ein Signal des Wertes AD_E , das zum einen an den Eingang c des Umschalters 22 und zum anderen an einen zweiten Eingang des Vergleichers 19 sowie an einen Eingang einer Torschaltung 20 angelegt ist. Der Ausgang des Registers 35 gibt ein Signal des Wertes NE an einen zweiten Eingang des Addierers 18 und an einen Eingang f des Umschalters 22 ab. Der Ausgang des Addierers 18 ist mit dem Eingang e des Umschalters 22 verbunden. Der Ausgang des Vergleichers 19 ist in der angegebenen Weise mit einem Steuereingang des Umschalters 22 und ferner mit einem ersten Steuereingang der Torschaltung 20 verbunden. Die Torschaltung 20 umfaßt einen zweiten Steuereingang, an den ein Steuersignal $C2$ angelegt ist. Der Ausgang der Torschaltung 20 speist über einen Anschluß 32 einen Eingang eines Generators 25 für verfügbare Adressen. Dieser Generator 25 umfaßt zwei Steuereingänge, von denen der eine, nämlich der Eingangsanschluß 24, ein Steuersignal $C3$ und der andere, nämlich ein Eingangsanschluß 36, ein Steuersignal $C6$ empfängt. Der Ausgang des Generators 25 für verfügbare Adressen speist über einen Ausgangsanschluß 33 den Eingang m des Umschalters 26. Der Eingang l des Umschalters 26 ist mit dem Ausgang A des Umschalters 22 verbunden, während der Eingang o des Umschalters 26 mit dem Ausgang eines Addierers 23 verbunden ist. Der Addierer 23 umfaßt einen mit dem Ausgang B des Umschalters 22 verbundenen

Eingang und addiert eine Einheit zu dem Wert, der von diesem Ausgang *B* abgelesen wird.

Die folgende Beschreibung betrifft die Funktion der erfindungsgemäßen Vorrichtung während der Verarbeitung des laufenden Punktes sowie anschließend während der Verarbeitung des getesteten Punktes. Ferner wird das Zeitdiagramm der Taktsignale erläutert, durch die diese Verarbeitungsschritte synchronisiert werden.

In allen Fällen, einschließlich desjenigen Falles, wo der laufende Punkt stillsteht, werden folgende Operationen durchgeführt:

- Unter Steuerung des Taktsignals *HP1* werden die Daten in den Speichern 8, 13 und 14 verschoben (Fig. 13), und die Register 16 und 17 speichern die Nummer AD_n^j sowie die Anzahl von Punkten N_n derjenigen Zone, welcher der vorausgehende laufende Punkt zugewiesen wurde; sie bilden die Nummer bzw. Anzahl von Punkten der Zone des linken Punktes für den nächsten laufenden Punkt.
- Die Steuereinrichtung 15 erzeugt die Steuersignale *C4*, *C5*, *C1*, *C7* und *C8*, durch die die Umschalter 22, 26, 10 und 11 in Abhängigkeit von dem angetroffenen Fall synchron mit den Taktsignalen eingestellt werden.
- Die Taktsignale *HP3* und *HP4* lösen das Auslesen aus dem Adressenspeicher 7 und aus dem Zustandsspeicher 6 aus.
- Die Taktsignale *HP5* und *HP6* lösen das Einschreiben in den Adressenspeicher 7 bzw. in den Zustandsspeicher 6 aus, um ihren Inhalt zu aktualisieren.
- Die Taktsignale *HP7* und *HP8* lösen das Auslesen der aktualisierten Nummer und Anzahl von Punkten N_n der Zone des getesteten Punktes aus.
- Nach der Verarbeitung des laufenden Punktes und des getesteten Punktes werden die Daten der Speicher 2 und 3 (Fig. 13) um eine Reihe verschoben, um den nächsten Punkt unter Steuerung des Taktsignals *HP9* zu verarbeiten.

Die Funktion der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird durch neun aufeinanderfolgende Taktsignale *HP1*, ..., *HP9* getaktet. Die Steuersignale *C3*, *C1* und *C7* hängen nur von der Zeit ab. Die Steuersignale *C4*, *C5*, und *C8* hängen nicht nur von dem betrachteten Zeitpunkt, sondern auch von dem Zustand des laufenden Punktes und der Nachbarpunkte ab. Die acht möglichen Fälle sind die folgenden:

| Fall Nr. | M_n^j (laufender Punkt) | M_{n-1}^j (linker Punkt) | M_n^{j-1} (Punkt darüber) | Auszulösende Operation |
|----------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--|
| 1 | 1 | 1 | 1 | Verschmelzen von zwei Zonen oder Verlängern der linken Zone |
| 2 | 1 | 1 | 0 | Verlängern der linken Zone |
| 3 | 1 | 0 | 1 | Verlängern der Zone darüber |
| 4 | 1 | 0 | 0 | Erzeugen einer neuen Zone |
| 5 | 0 | 0 | 0 | } Zuordnung des laufenden Punktes zu einer fiktiven Zone ($z = 0$, $N = 0$) |
| 6 | 0 | 0 | 1 | |
| 7 | 0 | 1 | 0 | |
| 8 | 0 | 1 | 1 | |

Im Fall Nr. 1 absorbiert die Zone des linken Punktes die Zone des darüber befindlichen Punktes, wenn ihre Nummern verschiedene Werte aufweisen, und der laufende Punkt wird der aus der Vereinigung resultierenden Zone zugewiesen. Im entgegengesetzten Falle wird der laufende Punkt der Zone des linken Punktes zugewiesen. Das Taktsignal *HP1* verursacht eine Verschiebung der Daten in den Speichern 8, 13 und 14 sowie die Speicherung der Zonennummer des zuvor verarbeiteten Punktes in den Registern 16 und 17, ebenso wie der Anzahl von Punkten, die zu dieser Zone gehören, wobei diese Werte die Zonennummern AD_E desjenigen Punktes, der sich links von dem zu verarbeitenden laufenden Punkt befand, und den Wert N_E der Anzahl von Punkten der Zone des linken Punktes bilden. Unter der Wirkung des Taktsignals *HP2* erzeugt die Steuereinrichtung 15 ein Steuersignal *C1*, welches den Umschalter 9 in seine erste Stellung bringt, und ein Steuersignal *C8*, das den Umschalter 11 in seine zweite Stellung bringt. Diese Umschalter 9 und 11 übertragen zu dem Adresseneingang des Adressenspeichers 7 einen Wert AD_n^{j-1} , den die Zonennummer des darüber befindlichen Punktes hatte, als der darüber befindliche Punkt ihr zugeordnet wurde, wobei es sich also um einen nicht aktualisierten Wert handelt. Das Taktsignal *HP3* veranlaßt das Auslesen des aktualisierten Wertes AD_E der Zonennummer des darüber liegenden Punktes aus dem Adressenspeicher 7. Unter der Wirkung des Taktsignals *HP3* erzeugt die Steuereinrichtung 15 ein Signal *C7*, das den Umschalter 10 in seine erste Stellung bringt. Dieser Umschalter 10 überträgt den Wert AD_E zu dem Adresseneingang des Zustandsspeichers 6. Das Taktsignal *HP4* veranlaßt das Auslesen des Wertes N_E , also der Anzahl von Punkten, die in der Zone des darüber liegenden Punktes enthalten sind. Die Werte AD_E und N_E werden an den Eingang des Registers 34 bzw. des Registers 35 angelegt und in diesen Registern unter der Wirkung des Taktsignals *HP4* bzw. *HP5* gespeichert. Unter der Wirkung des

Taktsignals $HP4$ erzeugt die Steuereinrichtung 15 die Logiksignale $C4$ und $C5$, durch die der Umschalter 22 in seine zweite Stellung und der Umschalter 26 in seine erste Stellung gebracht wird. Die Werte AD_E und AD_E werden an die beiden Eingänge des Vergleichers 19 angelegt. Die Funktion der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist dann unterschiedlich, je nachdem, ob die Werte gleich oder verschieden sind.

5

— Wenn diese Werte verschieden sind, liefert der Vergleichers 19 ein Logiksignal, durch das die Torschaltung 20 freigegeben wird, um die Wiederverwendung der Adresse AD_E zu ermöglichen, bei dem es sich um die Nummer der absorbierten Zone handelt. Der Wert AD_E wird über die Umschalter 22 und 26 übertragen und bildet den Wert AD_n^{j-1} , d. h. die Nummer derjenigen Zone, der der laufende Punkt zugeordnet wird. Diese Nummer wird über den Anschluß 31 zum Dateneingang des Speichers 7 überführt. Unter der Wirkung des Taktsignals $HP4$ erzeugt die Steuereinrichtung 15 die Logiksignale $C8$ und $C1$, durch die der Umschalter 11 in seine zweite und der Umschalter 9 in seine erste Stellung gebracht wird. Der Adresseneingang des Adressenspeichers 7 empfängt auf diese Weise den Wert AD_n^{j-1} der Zonennummer derjenigen Zone, die dem darüber liegenden Punkt zugeordnet wurde. Das Taktsignal $HP5$ veranlaßt das Einschreiben des Wertes AD_E , d. h. des aktualisierten Wertes der Zonennummer des darüber liegenden Punktes, an der Adresse des Wertes AD_n^{j-1} . Der Addierer 18 bildet die Summe der Werte N_E und N_E . Der Wert dieser Summe wird über den Umschalter 22 zum Eingang des Addierers 23 überführt. Der Wert $N_n = N_E + N_E + 1$ wird über den Umschalter 26 zum Ausgangsanschluß 30 geführt. Dieser Wert bildet den aktualisierten Wert der Anzahl von Punkten, die in der Zone des linken Punktes nach Absorbieren der Zone des darüber liegenden Punktes enthalten sind. Die Zahl N_n wird an den Dateneingang des Zustandsspeichers 6 angelegt. Unter der Wirkung des Taktsignals $HP5$ erzeugt die Steuereinrichtung 15 ein Logiksignal $C7$, durch das der Umschalter 10 in seine zweite Stellung gebracht wird, wobei dieser Umschalter dann den aktualisierten Wert AD_E der Zonennummer des darüber liegenden Punktes an den Adresseneingang des Zustandsspeichers 6 anlegt. Das Taktsignal $HP6$ verursacht das Einschreiben des aktualisierten Wertes N_n an der Adresse, die durch den aktualisierten Wert AD_E gebildet ist.

25

— Wenn die Werte AD_E und AD_E verschieden sind, liefert der Vergleichers 19 ein Logiksignal, durch das die Torschaltung 20 gesperrt wird, um die Verwendung des Wertes AD_E als verfügbare Adresse zu verhindern, und bringt den Umschalter 22 in seine erste Stellung. Der Funktionsablauf ist in diesem Fall analog demjenigen des Falles Nr. 2, der im folgenden erläutert wird.

In diesem Fall Nr. 2 wird der laufende Punkt der Zone des linken Punktes zugeordnet. Die Taktsignale $HP3$ und $HP4$ veranlassen das Auslesen aus dem Speicher 6 und aus dem Speicher 7, was in diesem Fall nicht von Nutzen ist. Unter der Wirkung des Taktsignals $HP4$ erzeugt die Steuereinrichtung 15 Logiksignale $C1$ und $C8$, durch die die Umschalter 9 und 11 in ihre erste Stellung gebracht werden. Der vom Anschluß 31 gelieferte Wert AD_E wird auf diese Weise zum einen an den Adresseneingang und zum anderen an den Dateneingang des Adressenspeichers 7 angelegt. Unter der Wirkung des Taktsignals $HP7$ wird der Wert AD_E an der Adresse AD_E eingeschrieben, was nicht von Nutzen ist. Der vom Ausgang des Registers 17 gelieferte Wert N_E wird über den Umschalter 26 dem Addierer 22 zugeführt, der um eine Einheit hochaddiert. Die auf diese Weise aktualisierte Anzahl von Punkten wird durch den Umschalter 26 und über den Ausgangsanschluß 30 zum Dateneingang des Zustandsspeichers 6 geleitet. Unter der Wirkung des Taktsignals $HP5$ erzeugt die Steuereinrichtung 15 ein Signal $C7$, durch das der Umschalter 10 in seine zweite Stellung gebracht wird. Der vom Anschluß 31 abgegebene Wert AD_E wird auf diese Weise zum Adresseneingang des Zustandsspeichers 6 überführt. Unter der Wirkung des Taktsignals $HP6$ wird der aktualisierte Wert N_n an der Adresse mit dem Wert AD_E eingeschrieben.

Im Fall Nr. 3, der Verlängerung der Zone des darüber liegenden Punktes, löst das Taktsignal $HP2$ die Steuersignale $C1$ und $C8$ aus, um den Umschalter 9 in seine erste und den Umschalter 11 in seine zweite Stellung zu bringen. Die Umschalter 11 und 9 überführen den Wert AD_n^{j-1} der Zonennummer, die dem darüber liegenden Punkt zugeordnet wurde, zum Adresseneingang des Adressenspeichers 7. Das Taktsignal $HP3$ veranlaßt ein Auslesen aus dem Adressenspeicher 7 an der Adresse des Wertes AD_n^{j-1} , und der ausgelesene Wert, nämlich AD_E , wird über den Anschluß 28 dem Register 34 zugeführt. Das Taktsignal $HP4$ veranlaßt die Speicherung des Wertes AD_E im Register 34. Zum anderen wird der Wert AD_E über den Umschalter 10 zu dem Adresseneingang des Zustandsspeichers 6 geführt, während der Umschalter 10 durch ein Signal $C7$ in seine erste Stellung gebracht wird, das durch das Taktsignal $HP3$ ausgelöst wird. Das Taktsignal $HP4$ veranlaßt das Auslesen aus dem Zustandsspeicher 6 an der Adresse des Wertes AD_E . Der ausgelesene Wert N_E wird über den Anschluß 27 zu dem Register 35 befördert und in diesem Register unter der Wirkung des Taktsignals $HP5$ gespeichert. Unter der Wirkung des Taktsignals $HP4$ erzeugt die Steuereinrichtung die Logiksignale $C4$ und $C5$, durch welche der Umschalter 22 in seine dritte und der Umschalter 26 in seine erste Stellung gebracht wird. Der vom Ausgang des Registers 34 abgegebene Wert AD_E wird über die Umschalter 22, 26 und den Anschluß 31 zu dem Dateneingang des Adressenspeichers 7 befördert. Der aus dem Speicher 8 ausgegebene Wert AD_n^{j-1} wird über die Umschalter 11 und 9 zum Adresseneingang des Adressenspeichers 7 übertragen, wobei diese Umschalter durch die Signale $C8$ und $C1$ in die zweite bzw. in die erste Stellung gebracht werden und diese Logiksignale durch das Taktsignal $HP4$ ausgelöst werden. Das Taktsignal $HP5$ veranlaßt das Einschreiben des Wertes AD_E an der Adresse des Wertes AD_n^{j-1} des Adressenspeichers, der seinen Inhalt nicht verändert. Der vom Ausgang des Registers 35 abgegebene Wert N_E wird über den Umschalter 22 dem Addierer 23 zugeführt, der um eine Einheit hochzählt, und wird dann über den Umschalter 26 und den Anschluß 30 dem Dateneingang des Zustandsspeichers 6 zugeführt. Der von dem Anschluß 31 abgegebene Wert AD_E wird dem Adresseneingang des Zustandsspeichers 6 über den Umschalter 10 zugeführt, der unter der Steuerung eines Signals $C7$, das durch das Taktsignal $HP5$ ausgelöst wird, in seine zweite Stellung gebracht ist. Das Taktsignal $HP6$ veranlaßt das Einschreiben des aktualisierten Wertes N_n an der Adresse des Wertes AD_E .

In dem Fall Nr. 4, d. h. Der Bildung einer neuen Zone, veranlassen die Taktsignale $HP3$ und $HP4$ das Auslesen aus dem Zustandsspeicher 6 bzw. Adressenspeicher 7, was in diesem Falle ohne Nutzen ist. Der

Umschalter 26 wird durch ein Signal $C5$, das durch das Taktsignal $HP4$ ausgelöst wird, in seine zweite Stellung gebracht. Der Generator 25 für verfügbare Adressen liefert an seinem Ausgangsanschluß 33 den Wert AD_i einer verfügbaren Adresse, wobei dieser Wert über den Umschalter 26 und den Anschluß 31 zu dem Dateneingang des Adressenspeichers 7 überführt wird. Unter der Wirkung des Taktsignals $HP4$ werden die Umschalter 11 und 9 jeweils in ihre erste Stellung gebracht und übertragen so den Wert AD_i zu dem Adresseneingang des Adressenspeichers 7. Das Taktsignal $HP5$ veranlaßt das Einschreiben des Wertes AD_i an der Adresse AD_i des Adressenspeichers 7. Der Ausgang D des Umschalters 26 liefert über den Ausgangsanschluß 30 einen Wert $N_s = 1$ zum Dateneingang des Zustandsspeichers 6. Der durch das Signal $C7$, welches durch das Taktsignal $HP5$ ausgelöst wird, in seine zweite Stellung gebrachte Umschalter 10 überträgt den Wert AD_i zum Adresseneingang des Zustandsspeichers 6. Das Taktsignal $HP6$ veranlaßt das Einschreiben des Wertes 1 an die Adresse AD_i .

In den Fällen Nr. 5, 6, 7 und 8 ist der laufende Punkt stillstehend und wird einer fiktiven Zone zugeordnet, deren Nummer 0 ist und deren Punktezahl 0 beträgt. Das Taktsignal $HP4$ löst ein Signal $C5$ aus, durch das der Umschalter 26 in seine dritte Stellung gebracht wird. Die Taktsignale $HP3$ und $HP4$ veranlassen ein Auslesen aus dem Adressenspeicher 7 und dem Zustandsspeicher 6, was ohne Nutzen ist. Die Umschalter 11 und 9 werden durch die Signale $C8$ und $C1$, jeweils unter der Wirkung des Taktsignals $HP4$, in ihre erste Stellung gebracht. Der Ausgang D des Umschalters 26 liefert einen Wert $AD'_i = 0$, der über den Ausgangsanschluß 31 zum Dateneingang des Adressenspeichers 7 und zum Adresseneingang dieses Speichers über die Umschalter 11 und 9 befördert wird. Das Taktsignal $HP5$ veranlaßt das Einschreiben eines Wertes 0 an der Adresse 0 des Speichers 7, wodurch dessen Inhalt nicht verändert wird. Der durch ein Signal $C7$, das durch das Taktsignal $HP5$ ausgelöst wird, in seine zweite Stellung gebrachte Umschalter 10 überträgt den Wert $AD'_i = 0$ zum Adresseneingang des Zustandsspeichers 6. Der Ausgang D des Umschalters 26 liefert einen Wert $N_s = 0$, der über den Anschluß 30 zum Dateneingang des Zustandsspeichers 6 überführt wird. Das Taktsignal $HP6$ veranlaßt dann das Einschreiben eines Wertes 0 an der Adresse 0 dieses Speichers, wodurch dessen Inhalt nicht verändert wird.

Die Verarbeitung des getesteten Punktes ist unabhängig von der Verarbeitung des laufenden Punktes und geschieht unter der Wirkung der Taktsignale $HP7$, $HP8$ und $HP9$. Unter der Wirkung der Taktsignale $HP6$ und $HP7$ erzeugt die Steuereinrichtung 15 die Signale $C1$ und $C7$, wodurch der Umschalter 9 in seine zweite und der Umschalter 10 in seine erste Stellung gebracht wird. Der Speicher 8 liefert einen Wert AD'_n an seinem zweiten Ausgang, wobei dieser Wert um p Zeilen verzögert ist und dem nicht aktualisierten Wert der Zonennummer entspricht, welcher der getestete Punkt zugeordnet war, als er als laufender Punkt verarbeitet wurde. Der Wert AD'_n wird über den Umschalter 9 zum Adresseneingang des Adressenspeichers 7 überführt.

Das Taktsignal $HP7$ veranlaßt dann das Auslesen aus dem Speicher 7 an der Adresse AD'_n . Der aktualisierte Zonennummernwert, der durch dieses Auslesen geliefert wird, wird über den Umschalter 10 zum Adresseneingang des Zustandsspeichers 6 überführt. Das Taktsignal $HP8$ veranlaßt das Auslesen der Zahl N_i von Punkten, die in der Zone des getesteten Punktes enthalten sind, aus diesem Speicher. Dieser Wert wird in dem Register 40 gespeichert, wenn dieses das Taktsignal $HP9$ empfängt. Der Wert N_i wird mit dem Schwellwert h des Vergleichers 41 verglichen. Das von diesem gelieferte Logiksignal wird durch die Filtereinrichtung gefiltert, welche diejenigen Werte ausliefert, die unbewegten isolierten Punkten entsprechen. Der Ausgang der Filtereinrichtung 42 speist den Ausgangsanschluß 43 der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einem Logiksignal, das für einen Punkt, dessen Bewegung nicht auf Rauschen beruht, z. B. den Wert 1 hat.

Fig. 16 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Generators 25 für verfügbare Adressen. Der Eingangsanschluß 32 empfängt entweder eine Adresse AD_E , die verfügbar ist, weil die diese Nummer tragende Zone durch eine andere Zone absorbiert wurde, oder aber eine Adresse 0, wenn die Torschaltung 20 gesperrt ist. Dieser Datenwert wird dem Eingang eines Verschiebespeichers 37 zugeführt, der ihn um p Zeilen verzögert. Die Verschiebung wird durch das Taktsignal $HP5$ gesteuert. Am Ausgang dieses Speichers liefert ein Vergleichler 38 ein Logiksignal, das z. B. gleich 1 ist, wenn der Datenwert von 0 verschieden ist. Dieses Logiksignal gibt dann die Torschaltung 41 frei, die es dem Taktsignal $HP6$ gestattet, das Einschreiben des Datenwertes in einem Stapelspeicher 39 auszulösen. In diesem Speicher werden die Daten, die als letzte eingeschrieben wurden, als erste ausgelesen. Der um p verzögernde Speicher 37 ermöglicht es, Gewißheit darüber zu erlangen, daß die Adressen der absorbierten Zonen tatsächlich verfügbar sind. Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung betrifft die Verarbeitung nur p Zeilen, die dem laufenden Punkt vorausgehen. Die Adressen der vor der Verarbeitung dieser p Zeilen absorbierten Zonen sind also verfügbar. Wenn keine wiederzuverwendenden Adressen vorhanden sind, speichert der Speicher 37 den Wert 0, der dann durch den Vergleichler 38 eliminiert wird, welcher das Einschreiben dieses Wertes in den Stapelspeicher 39 verhindert. Aus diesem Speicher wird nur ausgelesen, wenn eine neue Zone geschaffen wird (Fall 4). In diesem Falle liefert die Steuereinrichtung 15 über einen Eingangsanschluß 36 ein Steuersignal $C6$, durch das eine Torschaltung 45 freigegeben wird, um einen Taktimpuls $HP4$ durchzulassen. Dieser veranlaßt das Auslesen des letzten eingeschriebenen Datenwertes aus dem Stapelspeicher zur Abgabe über den Ausgangsanschluß 33 des Generators 25 für verfügbare Adressen.

Am Anfang der Verarbeitung eines Bildes erzeugt die Verarbeitungseinrichtung 15 ein Signal $C3$, das dem Generator 25 über den Eingangsanschluß 24 zugeführt wird, um den Stapelspeicher 39 zu initiieren, indem eine Adressensammlung eingeladen wird, die durch die Adressen des Adressenspeichers 7 gebildet ist. Ferner setzt das Steuersignal $C3$ den Inhalt des Speichers 37, der um p Zeilen verzögert, auf 0 zurück.

Die auf den Schwellenwertvergleichler folgende Filtereinrichtung 42, bei der es sich um eine wahlweise vorgesehene Verbesserung der erfindungsgemäßen Vorrichtung handelt, ermöglicht es, das Logiksignal MV'_n zu filtern. Dieses hat z. B. den Pegel 1, wenn der Punkt mit dem Index n auf der Zeile mit dem Index $j-p$ in Bewegung ist. Bei bestimmten Anwendungen, insbesondere dem Aufsuchen von Zonenkonturen, ist es vorteilhaft, stillstehende isolierte Punkte in einer Zone von bewegten Punkten zu eliminieren. Fig. 17 zeigt einen solchen Fall: Ein stillstehender und isolierter Punkt 51 befindet sich im Inneren einer Zone 52 von bewegten Punkten. Fig. 18 zeigt die Zone 52 nach der Eliminierung des stillstehenden Punktes 51. Die Außenkonturen der

Zone 52 sind unverändert.

Fig. 19 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Filtereinrichtung 42. Bei diesem Beispiel eliminiert die Vorrichtung 42 die isolierten Punkte oder stillstehenden isolierten Punktepaare. Ein Eingangsanschluß 44 empfängt das Signal MV_{n-4}^{j-p} aus dem Vergleich 41. Das Signal wird in einem Register 53 um eine Periode T und dann in einem Register 54 um eine weitere Periode T verzögert. Diese beiden Register werden durch das Taktsignal $HP1$ gesteuert. Das Signal MV_{n-4}^{j-p} und das Signal MV_{n-2}^{j-p} die von den Registern 53 bzw. 54 abgegeben wurden, speisen die beiden Eingänge einer OR-Schaltung 45, deren Ausgang mit einem ersten Eingang einer AND-Schaltung 46 verbunden ist, die zwei Eingänge aufweist. Der Ausgang dieser Schaltung speist den ersten Eingang einer OR-Schaltung 47, deren zweiter Eingang durch das Signal MV_{n-3}^{j-p} gespeist ist, das von dem Register 54 abgegeben wird. Der Ausgang der OR-Schaltung 47 ist an ein Filter 48 angeschlossen, das die kurzzeitigen Signale eliminiert, deren Dauer wesentlich kürzer ist als die Periode T . Der Ausgang des Filters 48 liefert zum einen an den Ausgangsanschluß 43 der erfindungsgemäßen Vorrichtung und zum anderen an den Eingang eines Registers 49 ein Logiksignal MVF_{n-3}^{j-p} , bei dem es sich um das gefilterte Signal MV_{n-3}^{j-p} handelt. Das Register 49 verzögert das Signal um eine Dauer T und überträgt es dann zu dem zweiten Eingang der AND-Schaltung 46. Der Takteingang des Registers 49 wird von dem Taktsignal $HP1$ angesteuert.

Die nachstehende Wahrheitstabelle gibt die Funktion der Filtereinrichtung 42 an. Es ist zu beachten, daß diese die Dektection von isolierten bewegten Punkten (fünfte Zeile der Wahrheitstabelle) nicht unterdrückt. Der Zustand des laufenden betrachteten Punktes ist in der zweiten Spalte angegeben. Diejenigen Fälle, in denen die Filterung eine Wirkung zeigt, sind eingerahmt.

| 20 | Laufender Punkt | | | | | Wirkung der Filtereinrichtung 42 |
|----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---|
| | MV_{n-4}^{j-p} | MV_{n-3}^{j-p} | MV_{n-2}^{j-p} | MV_{n-1}^{j-p} | MV_{n-3}^{j-p} | |
| 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | stillstehende Punkte |
| | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | nicht umgeben |
| 30 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | keine Filterung |
| | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | |
| | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | laufender Punkt |
| 35 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | in Bewegung |
| | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | keine Filterung |
| | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | stillstehender, laufender, nicht umgebener Punkt, keine Filterung |
| 40 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | stillstehender, laufender und umgebener Punkt, |
| | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | |
| 45 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | Filterung wirksam |
| | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | |
| | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | bewegender, laufender |
| 50 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | Punkt |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | keine Filterung |

In der dritten und vierten Zeile, in denen $MV_{n-4}^{j-p} = MV_{n-3}^{j-p} = 0$ und $MV_{n-2}^{j-p} = 1$, gleicht der Fall demjenigen eines Paares von stillstehenden umgebenen Punkten. In Wirklichkeit können sie nicht umgeben sein, denn wenn MV_{n-3}^{j-p} gleich 1 gewesen war, so hätte die vorausgehende Verarbeitung, bezüglich der Filterung von MV_{n-3}^{j-p} , den Wert MV_{n-2}^{j-p} von 0 auf 1 verändert.

Die Filtereinrichtung 42 kann Abwandlungen erfahren, insbesondere durch Anwendung eines ROM-Speichers, der gemäß der obigen Wahrheitstabelle programmiert ist.

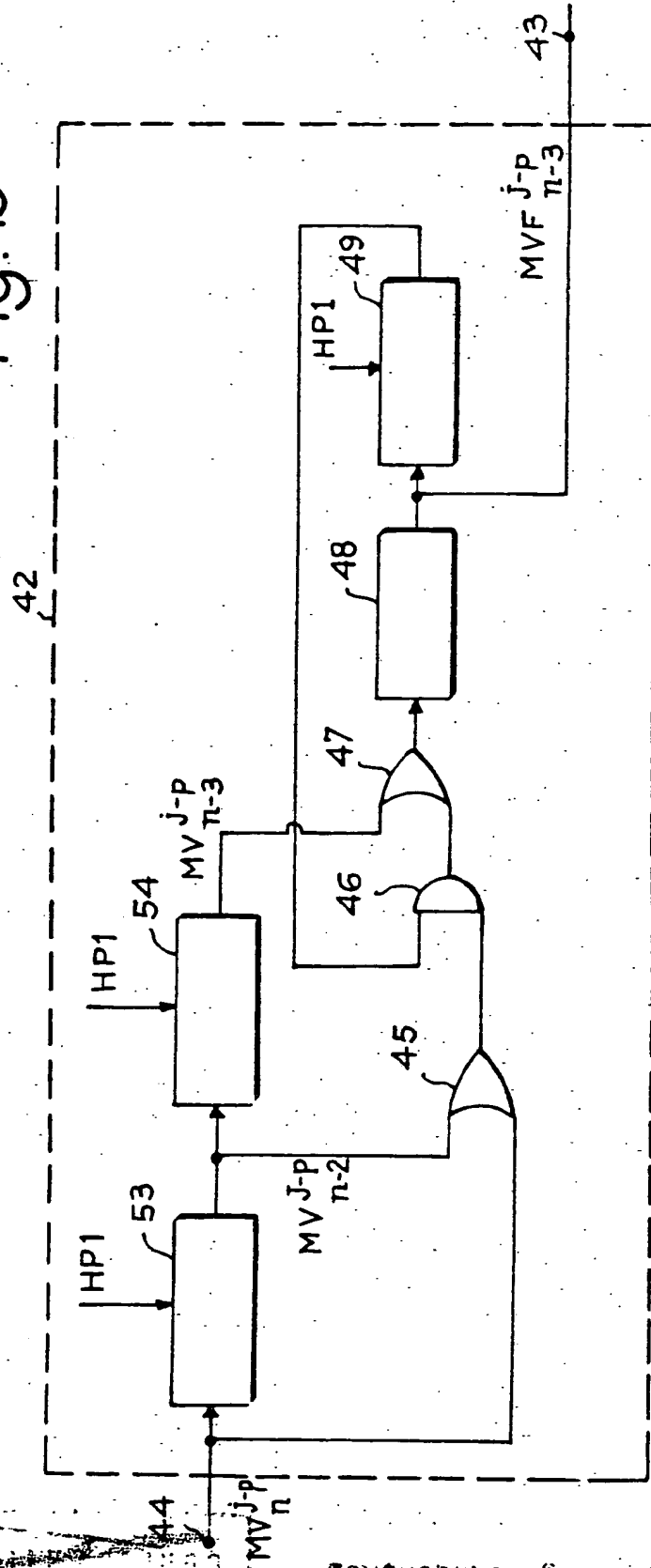
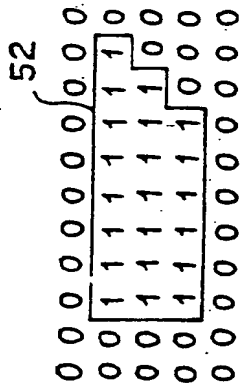
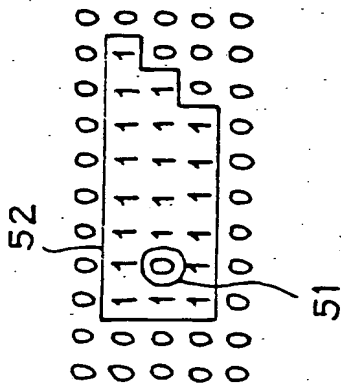
Gleich in welchem Falle, auch bei einem stillstehenden laufenden Punkt, werden die Taktsignale erzeugt. In bestimmten Fällen steuern sie ein unnötiges Auslesen oder Einschreiben in den Speichern, was jedoch nicht von Nachteil ist.

Fig. 15 zeigt das Zeitdiagramm eines Beispiels von Taktsignalen. Es gibt insgesamt neun Taktperioden T , die jeweils um $T/3$ verschoben sind. Die Periode T ist durch den Bildanalyserhythmus festgelegt. Die Technologie der Bauteile, bei diesem Beispiel die TTL-Technologie, begrenzt die maximale Taktfrequenz. Die in diesem Beispiel angewendete Lösung besteht darin, zum einen die Taktsignale so zu verschieben, daß während der Periode T die Taktgeber drei Impulse abgeben, und zum anderen alle drei Verarbeitungen parallel durchzuführen, die a priori sequentiell sind. Während einer Periode T , die vom Zeitpunkt t_n bis t_{n+1} andauert, steuern die Taktimpulse $HP1$, $HP2$ und $HP3$ den ersten Teil der Verarbeitung des laufenden Punktes des Index $n+1$,

während die Impulse der Taktgeber *HP4*, *HP5* und *HP6* den zweiten Teil der Verarbeitung des vorausgehenden Punktes steuern, der den Index n trägt, während die Taktimpulse *HP7*, *HP8* und *HP9* den dritten Teil der Verarbeitung des laufenden Punktes mit dem Index $n-1$ sowie des zugeordneten getesteten Punktes steuern. Die Verarbeitung eines Punktes dauert drei Perioden, aber alle drei Punkte werden quasi-gleichzeitig verarbeitet. Die Taktgeber sind so zugeordnet, daß ein Speicher nicht gleichzeitig durch zwei Taktgeber gesteuert werden kann. Zum anderen werden die Steuersignale *C1* und *C8* durch die Taktgeber *HP2*, *HP4* und *HP6* ausgelöst, welche den Speicher 7 nicht steuern. Das Steuersignal *C7* wird durch die Taktsignale *HP3*, *HP5* und *HP7* ausgelöst, welche den Speicher 6 nicht steuern. Auf diese Weise wird ein Umschalter eingestellt, während der durch ihn adressierte Speicher nicht arbeitet. Er wird jedoch erst T Zeiteinheiten vor dem Auslesen bzw. Einschreiben in dem betroffenen Speicher eingestellt. Bei dem beschriebenen Beispiel beträgt die Periode T 112 nS. Diese Periode entspricht der Verarbeitung eines Bildes aus 576 nutzbaren Zeilen, die jeweils 462 nutzbare Punkte enthalten. Wie in Fig. 15 sind diejenigen Taktimpulse, die für die Verarbeitung des laufenden Punktes mit dem Index n verwendet werden, geschwärzt.

Es ist zu beachten, daß zum Zeitpunkt t_{n-1} die Verarbeitung des laufenden Punktes mit dem Index n beginnt, während das Signal MVF_{j-p}^{n-p} , welches den getesteten Punkt mit dem Index n betrifft, welcher zu der Zeile mit dem Index $j-p$ gehört, erst zum Zeitpunkt t_{n+2} verfügbar ist. Zum anderen wird in dem Speicher 3 (Fig. 13) zum Zeitpunkt t_{n-1} , der den in Fig. 14 angegebenen Indizes entspricht, die Helligkeit des Punktes mit dem Index $n-2$ gespeichert.

Bei anderen Ausführungsformen werden anstelle von verdrahteten Logikschaltungen programmierte Logikschaltungen verwendet.



3243444

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----|----|
| 1 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 2 | ○ | ○ | ○ | Z ₂ | Z ₂ | Z ₂ | Z ₂ | Z ₂ | Z ₂ | Z ₂ | Z ₂ | Z ₂ | Z ₂ | ○ | ○ |
| 3 | ○ | ○ | Z ₂ | Z ₂ | Z ₂ | ○ | ○ | ○ | Z | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | |

Fig. 4

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----|
| 1 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 2 | ○ | ○ | ○ | Z ₂ | Z ₂ | Z ₂ | Z ₂ | Z ₂ | Z ₂ | Z ₂ | Z ₂ | Z ₂ | Z ₂ | ○ | ○ |
| 3 | ○ | ○ | Z ₂ | Z ₂ | Z ₂ | ○ | ○ | ○ | Z ₂ | Z ₂ | ○ | Z ₂ | ○ | Z ₃ | ○ |
| 4 | ○ | Z ₄ | Z | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | |

Fig. 5

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----|
| 1 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 2 | ○ | ○ | ○ | Z ₄ | Z ₄ | Z ₄ | Z ₄ | Z ₄ | Z ₄ | Z ₄ | Z ₄ | Z ₄ | Z ₄ | ○ | ○ |
| 3 | ○ | ○ | Z ₄ | Z ₄ | Z ₄ | ○ | ○ | ○ | Z ₄ | Z ₄ | ○ | Z ₄ | ○ | Z ₄ | ○ |
| 4 | ○ | Z ₄ | Z ₄ | Z ₄ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | Z ₄ | Z ₄ | Z ₄ | Z ₄ | Z ₄ | ○ |
| 5 | ○ | ○ | Z ₄ | Z ₄ | ○ | Z ₅ | Z ₅ | ○ | Z ₆ | Z | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | |

Fig. 6

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | Z ₇ | Z ₇ | Z ₇ | Z ₇ | Z ₇ | Z ₇ | Z ₇ | Z ₇ | Z ₇ | Z ₇ | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | Z ₇ | Z ₇ | Z ₇ | 0 | 0 | 0 | Z ₇ | Z ₇ | 0 | Z ₇ | 0 | Z ₇ | 0 |
| 4 | 0 | Z ₇ | Z ₇ | Z ₇ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Z ₇ | Z ₇ | Z ₇ | Z ₇ | Z ₇ | 0 |
| 5 | 0 | 0 | Z ₇ | Z ₇ | 0 | Z ₇ | Z ₇ | 0 | Z ₇ | Z ₇ | Z ₇ | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | Z ₇ | Z ₇ | Z ₇ | Z ₇ | Z ₇ | Z ₇ | Z ₇ | Z ₇ | Z ₇ | Z ₇ | Z ₇ | Z ₇ | Z ₇ | 0 |

Fig. 7

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----|----|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | Z ₂ | Z | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | |

Fig. 8

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | 0 | 0 | 0 | Z ₁ | Z ₁ | 0 | Z ₁ | 0 | Z ₃ | 0 |
| 4 | 0 | Z ₄ | Z | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | |

Fig. 9

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | 0 | 0 | 0 | Z ₁ | Z ₁ | 0 | Z ₁ | 0 | Z ₃ | 0 |
| 4 | 0 | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | |

Fig. 10

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | 0 | 0 | 0 | Z ₁ | Z ₁ | 0 | Z ₁ | 0 | Z ₁ | 0 |
| 4 | 0 | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | 0 |
| 5 | 0 | 0 | Z ₁ | Z ₁ | 0 | Z ₅ | Z ₅ | 0 | Z ₆ | Z | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | |

Fig. 11

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | 0 | 0 | 0 | Z ₁ | Z ₁ | 0 | Z ₁ | 0 | Z ₁ | 0 |
| 4 | 0 | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | 0 |
| 5 | 0 | 0 | Z ₁ | Z ₁ | 0 | Z ₁ | Z ₁ | 0 | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | 0 |

Fig. 12

VS-VERTRAULICH
amtlich geheimgehalten

3444

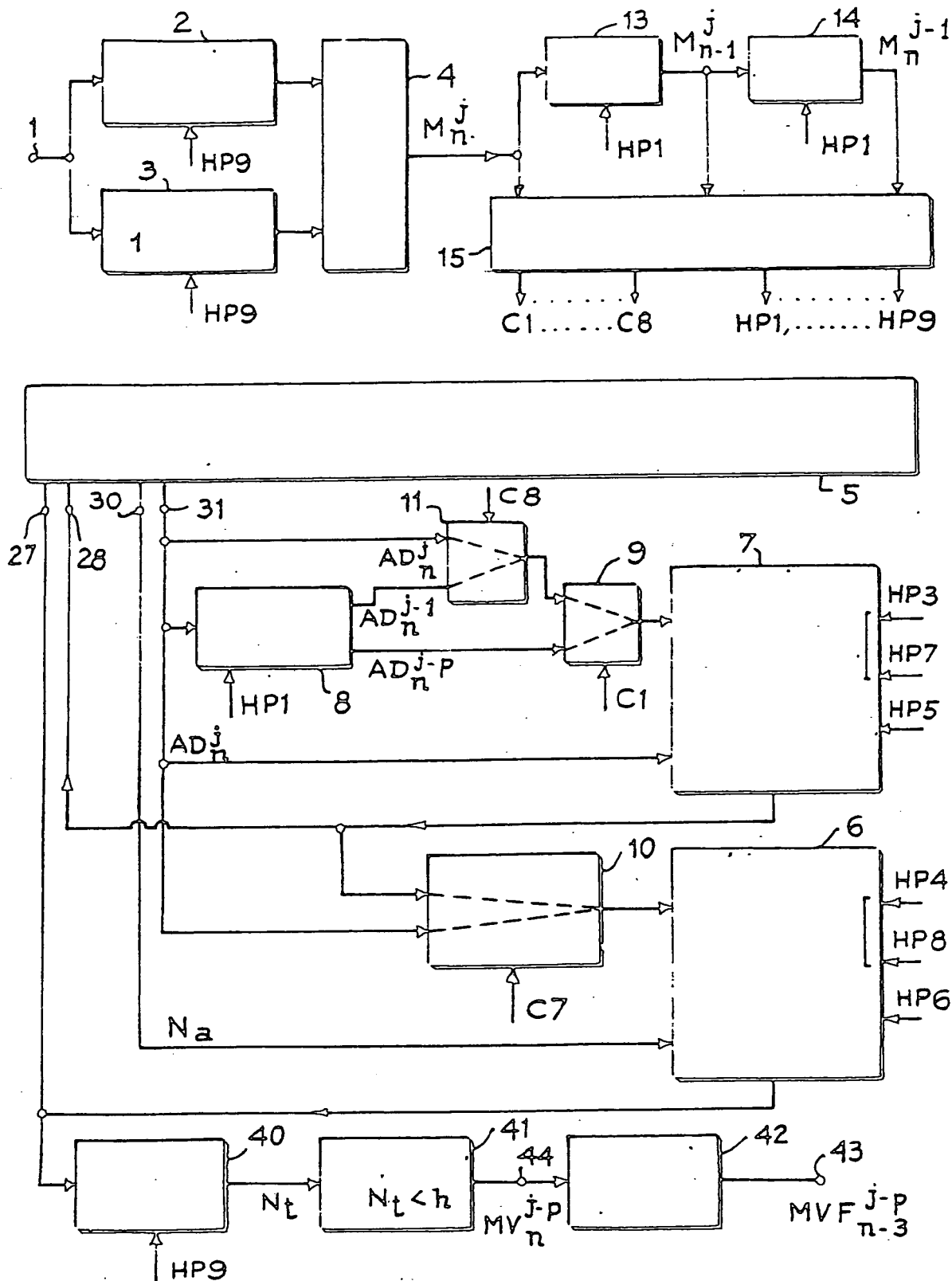


Fig. 13

Rechtsanmeldung vom 24. November 1982

"Rekursives Verfahren zur ..."
THOMSON-CSF, Paris / Frankreich

9

Patentanmeldung vom 24. November 1982
 "Rekursives Verfahren zur ..."
 THOMSON-CSF, Paris / Frankreich

3243444

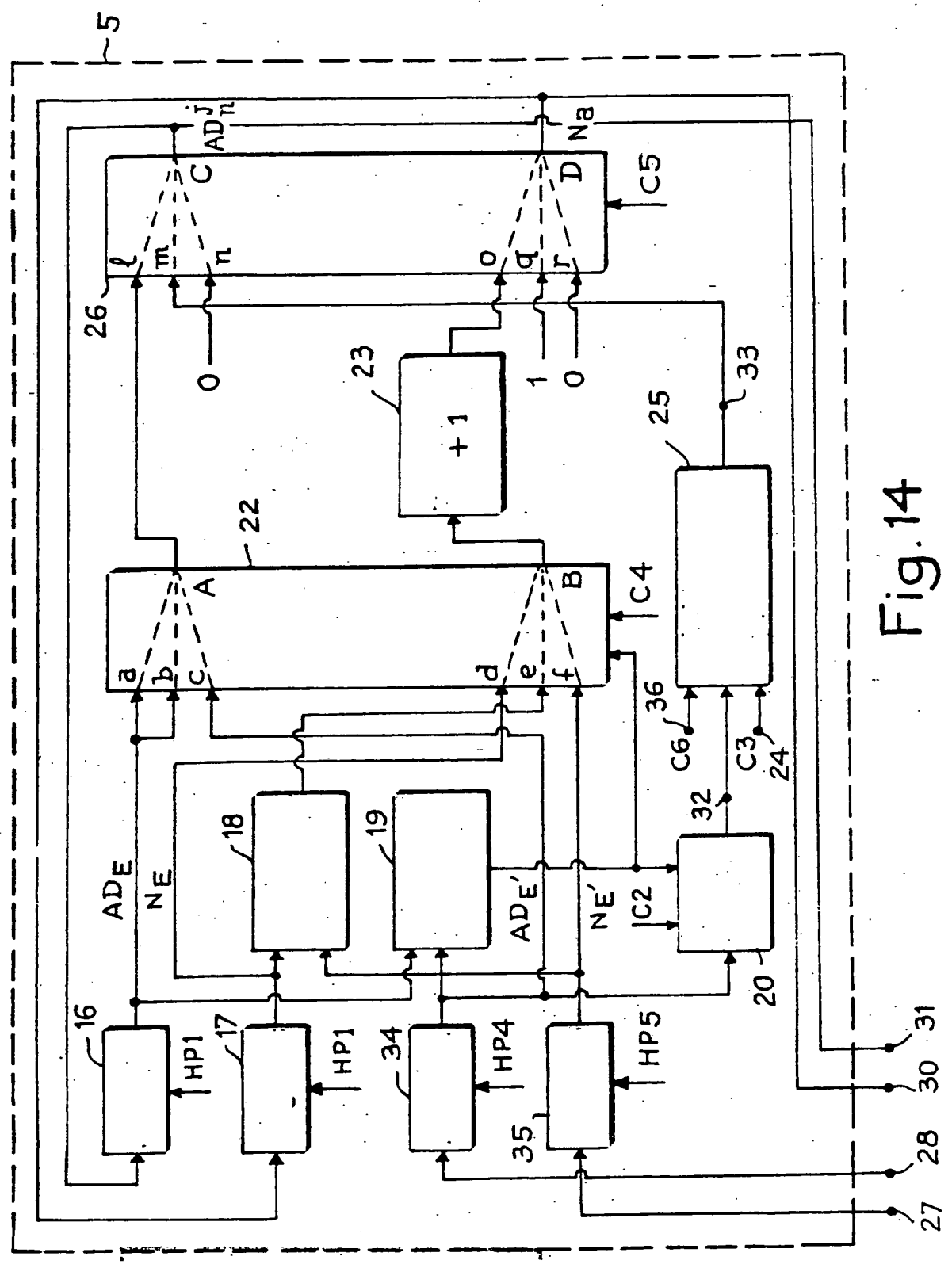
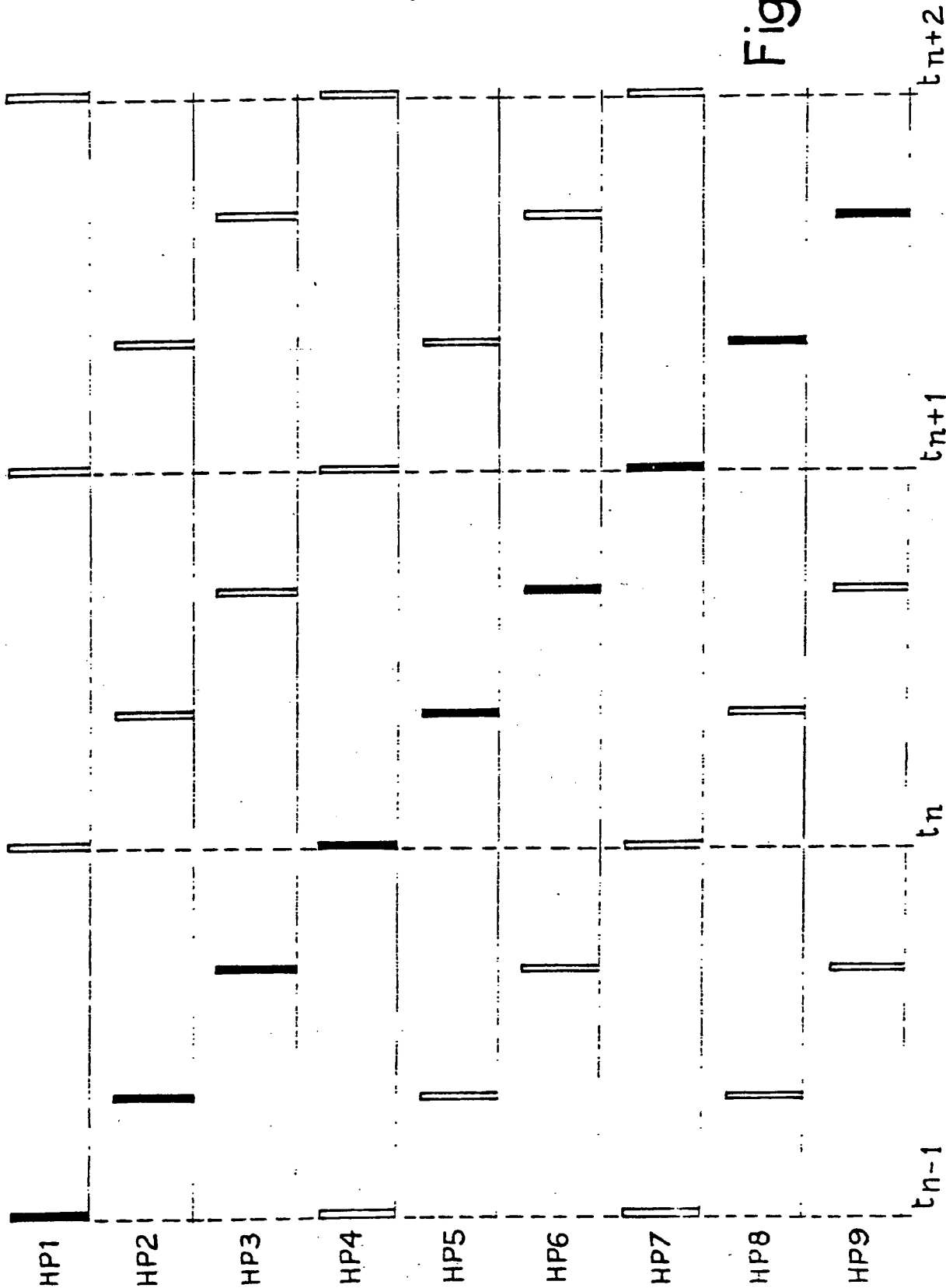


Fig. 14

VS-VERTRAULICH
amtlich geheimgehalten

Fig.15



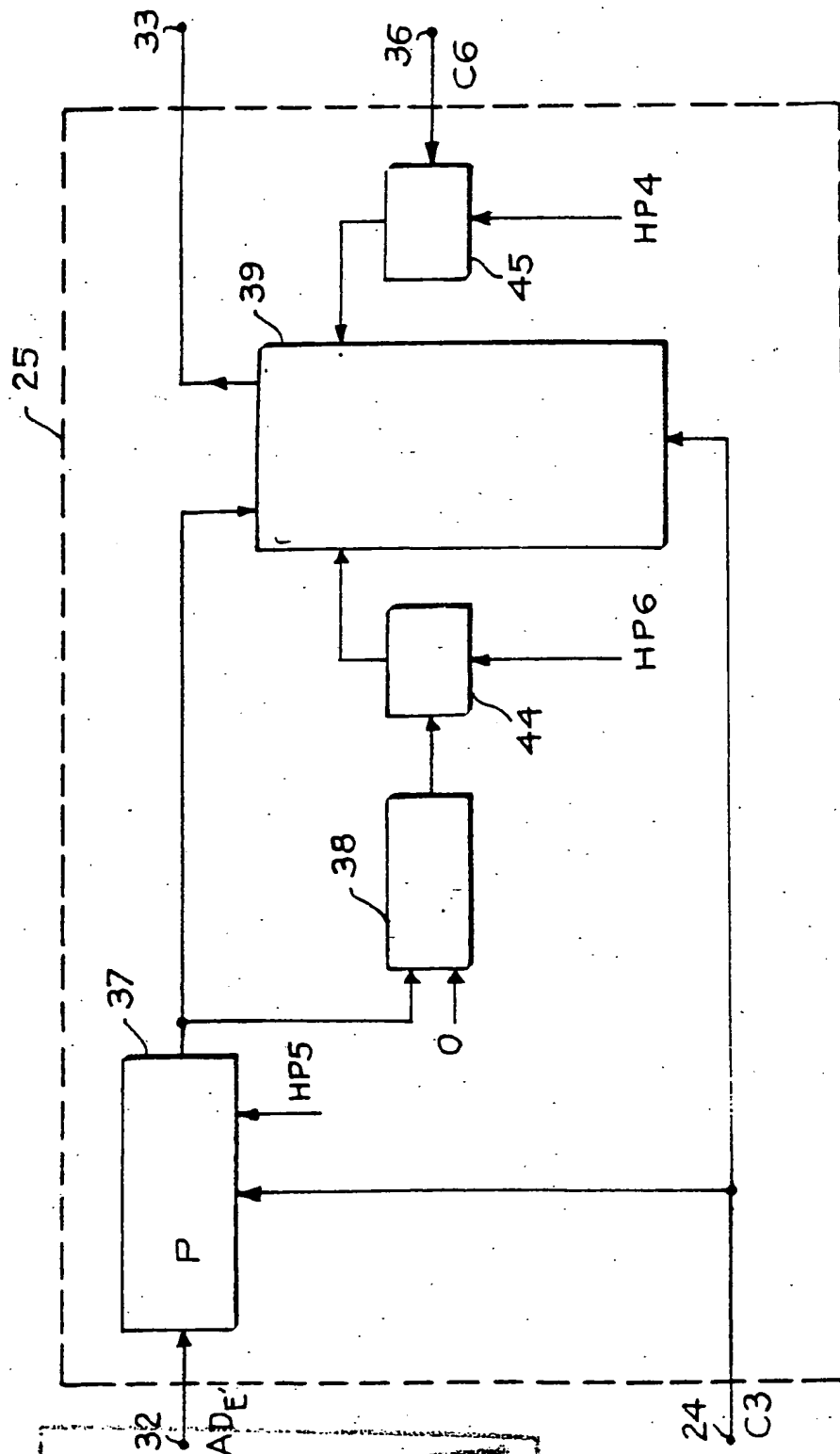


Fig. 16

VS-VERTRAULICH

am... geheim

Nummer:
Int. Cl.

32 43 444

H 04 B 17/00

24. November 1982

Anmeldetag:

21. April 1988

Offenlegungstag:

CONFIDENTIAL

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 4 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

Fig.1

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----|----|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | Z ₁ | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | Z ₂ | Z | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | |

Fig.2

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----|----|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | Z ₂ | Z ₂ | Z ₂ | Z ₂ | Z ₂ | Z ₂ | Z ₂ | Z ₂ | Z ₂ | Z ₂ | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | Z ₂ | Z ₂ | z | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | |

Fig.3

808 816/1

Patentanmeldung vom 24. November 1982

"Bakterien-Verfahren zur..."